

Aus der Klinik für Orthopädie und Rheumatologie
Leiterin der Abteilung:
Frau Prof. Dr. med. Fuchs-Winkelmann
des Fachbereichs Medizin der Phillips- Universität
Marburg

In Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Gießen
und Marburg GmbH, Standort Marburg

**Vergleich zweier Operationsmethoden
beim Hallux valgus-
proximale keilförmige Metatarsale 1 Osteotomie
vs. Großzehengrundgelenkarthrodese**

Inaugural- Dissertation zur Erlangung der Doktorgrades
der gesamten Humanmedizin.

Dem Fachbereich Medizin der Phillips- Universität
Marburg vorgelegt von:

Anke Helmer
aus
Wilhelmshaven

Marburg, 2009

1. Einleitung	1
1.1. Überblick.....	1
1.2. Epidemiologie	2
1.3. Ätiologie.....	2
1.4. Anatomie	3
1.4.1. Weichteilstrukturen	3
1.4.2. Muskelansätze am Grosszehengrundgelenk.....	4
1.4.3. Knöcherne Strukturen.....	5
1.4.4. Gefäßversorgung	6
1.4.5. Innervation.....	6
1.5. Pathologie	7
1.6. Klinische Befunde.....	7
1.7. Konservative Therapie.....	8
1.8. Das operative Vorgehen.....	9
1.8.1. Allgemeine Prinzipien des operativen Vorgehens	9
1.8.2. Die distale Weichteilkorrektur.....	9
1.8.3. Die knöcherne Korrektur	9
1.8.4. Indikation für ein operatives Vorgehen	10
1.8.5. Stadiengerechtes Konzept zur Wahl des optimalen Eingriffs.....	11
2. Patienten und Methoden	13
2.1. Patientenkollektiv	13
2.2.1. Subjektive Befunde	15
2.2.2. Objektive Befunde	16
2.2.3. Radiologische Befunde	16
2.2.3.1. Hallux Valgus Winkel.....	16
2.2.3.2. Intermetatarsalwinkel	17
2.2.3.4. Ausmaß der Subluxation des Großzehengrundgelenkes.....	19
2.2.3.5. Positionsverschiebung der Sesambeine	20
2.2.3.6. Größe der Exostose	21
2.2.3.7. Distaler Gelenkflächenwinkel (DASA)	22
2.2.3.8. Proximaler Gelenkflächenwinkel (PASA)	22
2.2.3.9. Arthrosegrad	23
2.3. Bewertung des Therapieergebnisses.....	23
2.3.1. Hallux Metatarsophalangeal-Interphalangeal Scale	23
3. Ergebnisse.....	25
3.1. Alters-, Geschlechtsverteilung, operierte Seite.....	25
3.2. Fallbezogene Auswertung (Osteotomie und Arthrodesen).....	25
3.2.1. Ergebnisse des Bewertungsschemas nach Kitaoka	25
3.2.2. Modifizierter Score nach Kitaoka	27
3.2.3. Subjektive Einschätzung des Operationsergebnisses	29
3.2.4. Klinischer Gesamteindruck.....	30
3.2.5. Komplikationen	32
3.2.6. Bedarf an Schmerzmedikamenten.....	32
3.2.7. Radiologische Ergebnisse	33

3.2.7.1. Hallux valgus Winkel.....	33
3.2.7.2. Intermetatarsalwinkel	34
3.2.7.3. Interphalangealwinkel.....	35
3.2.7.4. Sesambeinlage	36
3.2.7.5. Proximaler Artikulationswinkel (PASA)	37
3.2.7.6. Distaler Artikulationswinkel (DASA)	37
3.2.7.7. Position des Metatarsophalangealgelenks	38
3.2.7.8. Arthrosegrad präoperativ	38
3.2.7.9. Exostose.....	39
3.3. Vergleich des modifizierten Kitaoka-Scores mit subjektiven und radiologischen Parametern.....	40
3.3.1. Subjektive Parameter	41
3.3.2. Relation radiologischer Parameter mit der Bewertung des modifizierten Kitaoka-Scores.....	43
3.3.2.1. Hallux Valgus Winkel.....	43
3.3.2.2. Intermetatarsalwinkel	44
3.3.2.3. Interphalangealwinkel.....	45
3.3.2.4. Exostose, PASA und DASA.....	46
4. Diskussion.....	48
5. Zusammenfassung.....	58
6. Literatur.....	60

1. Einleitung

1.1. Überblick

Die Hallux valgus Fehlstellung ist eine der häufigsten Deformitäten der unteren Extremität mit einer Vielzahl von Ursachen. Das Interesse am Hallux valgus entstand zu Beginn des letzten Jahrhunderts.

Eines der ersten einfachen OP-Verfahren war die von Liston entwickelte Resektion des Metatarsale 1 Köpfchens. Inzwischen umfasst das Spektrum der operativen Therapieoptionen proximale und distale Osteotomien am Metatarsale 1 und an der Grundphalanx bis zu Arthrodesen und Arthroplastik einschliesslich Weichteileingriffen am Metatarsophalangealgelenk (Wülker 1997).

Nach Mann und Coughlin (1992) ist der Hallux valgus (HV) eine statische Subluxation des Großzehengrundgelenkes (GGG) mit Abweichung des Metatarsale 1 (MT 1) nach medial und lateraler Abweichung der Großzehe. Root et al. (1977) bezeichneten den Hallux valgus als zunehmende Subluxation des Großzehengrundgelenkes, wobei das Metatarsale 1 in Bezug auf die Großzehe innenrotiert. Durch die zunehmende Abduktion der Großzehe kommt es zur Subluxation und Adduktionsstellung des Metatarsale 1 (MT 1) und zur Vergrößerung des Intermetatarsalwinkels zwischen MT 1 und MT 2.

Die Definition von Gerbert und Sokoloff (1981) berücksichtigt alle drei Raumebenen:

- a) die frontale Ebene: die Großzehe ist innenrotiert, die Hornschwiele liegt medial und der laterale Anteil der Großzehe ist nach dorsal gerichtet,
- b) die Transversalebene: Die Großzehe weicht nach lateral ab und ist auf die zweite Zehe zugerichtet,
- c) und die sagittale Ebene: Die Großzehe ist mit dorsaler oder plantarer Abweichung rotiert.

Zusätzlich zu den knöchernen Abweichungen kann sich durch das Tragen von beengendem Schuhwerk ein flüssigkeitsgefüllter Schleimbeutel medialseitig des Großzehengrundgelenkes entwickeln.

1.2. Epidemiologie

Der Hallux abducto valgus ist die am weitesten verbreitete Deformität der unteren Extremität (Engle und Morton 1931).

Da die Grenze zwischen physiologischem und pathologischem Hallux valgus Winkel zwischen den verschiedenen Autoren stark schwankt, ist die Frage nach der absoluten Häufigkeit nicht abschließend zu beantworten. Außerdem ist die Auftretenswahrscheinlichkeit in spezifischen Gruppen, die sich durch Schuhtragegewohnheiten, Alter, Geschlecht und genetische Faktoren unterscheiden, sehr variabel.

Einigkeit unter den verschiedenen Autoren besteht darüber, daß die Deformität gehäuft in höherem Lebensalter und beim weiblichen Geschlecht auftritt.

1.3. Ätiologie

Unterschieden werden muß zwischen dem häufigen idiopathischen und dem selteneren nicht idiopathischen Hallux valgus.

Nach Debrunner (1986) sind wenige scharf umschriebene Formen bekannt, die auf eine alleinige Ursache zurückzuführen sind:

- angeborene Form (meistens mit anderen Missbildungen vergesellschaftet),
- andere Erkrankungen (z.B. PCP, Gicht),
- Lähmung (z.B. bei Poliomyelitis oder Tarsaltunnelyndrom),
- traumatische Schädigung im Bereich des MT 1 oder Weichteilverletzungen.

Näher beschäftigt wird sich an dieser Stelle mit der idiopathischen Form, an der alle Patienten der vorliegenden Studie leiden. Zunächst werden die internen Faktoren betrachtet, die sowohl genetische wie anatomische Prädispositionen umfassen. Der Anteil der erblichen Belastung differiert in den verschiedenen Untersuchungen erheblich.

Die von Johnston (1956) entwickelte These eines autosomal-dominanten Erbganges mit unvollständiger Penetration beruhte lediglich auf Untersuchungen in nur einer Familie und konnte nicht bewiesen werden.

Die Reihe der anatomischen Besonderheiten beinhaltet die Korrelation zwischen dem Hallux valgus und dem Interphalangealwinkel, der Länge der Metatarsalia 1 und 2, der Form des Metatarso-Phalangealgelenkes und des Cuneiforme-Metatarsalgelenkes sowie Länge und Muskelgewicht des M. adductor hallucis longus.

Unter den externen Faktoren sind vor allem die Schuhtragegewohnheiten, das Übergewicht und die hohe Belastung z.B. durch stehende Tätigkeit zu nennen. Den Einfluss der Schuhmode zeigten Kato und Watanabe (1981) auf. Vor Einführung westlicher Schuhmode wurden in Japan keine Hallux valgus-Operationen durchgeführt. In der Studie von Sim-Fook und Hodgson (1958) wurde in China ein Anteil der Schuhe tragenden Einwohner mit Hallux valgus von 33 % festgestellt, während dieser bei barfuss laufenden Einwohnern bei 1,9 % lag.

1.4. Anatomie

1.4.1. Weichteilstrukturen

Die Sehne des M. extensor hallucis longus liegt zentral über dem Grosszehengrundgelenk ohne Verbindung zum MT 1. Durch zwei Retinacula wird die Sehne in ihrer zentrierten Position gehalten. Die Sehne des M. flexor hallucis longus verläuft zentral unter der Sesambeinplatte und plantar des Lig. intersesamoideum. Auf der Streckseite der Metatarsophalangealgelenke gibt es keine Bandverbindungen. Deren Funktion wird von Gelenkkapselstrukturen und durch Ausstrahlungen der Streckaponeurose übernommen (siehe Abbildung 1).

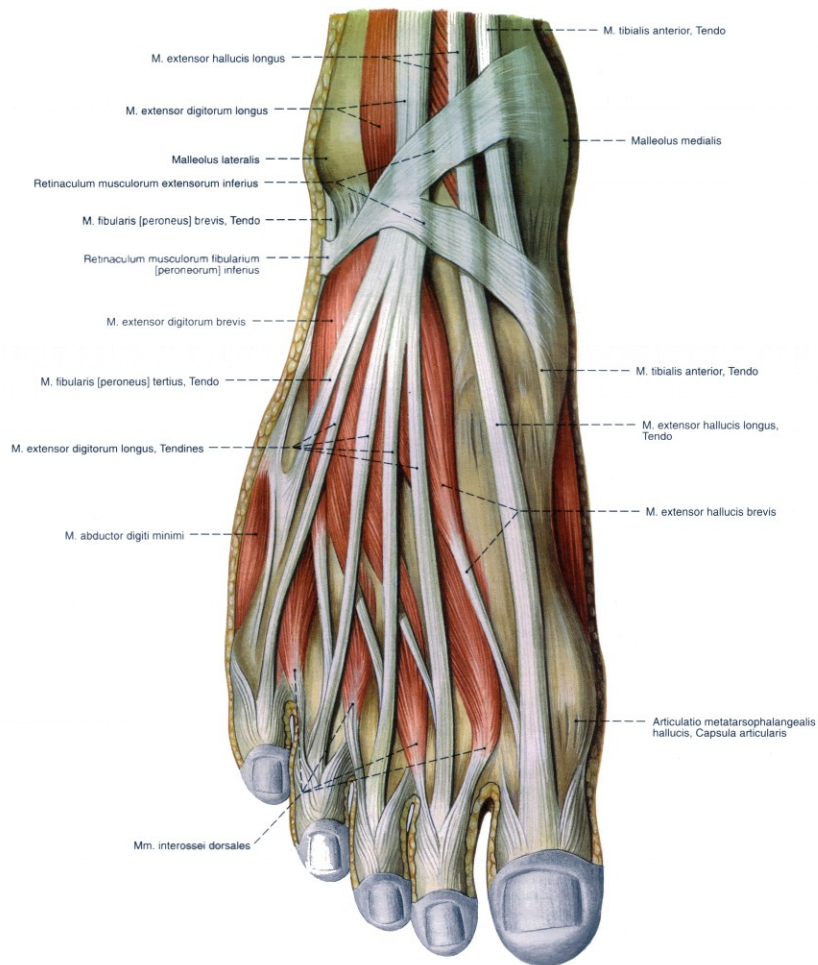


Abbildung 1: Anatomie der Weichteilstrukturen (Sobotta Anatomieatlas)

1.4.2. Muskelansätze am Grosszehengrundgelenk

Die Sehne des M. extensor hallucis longus inseriert auf der streckseitigen Basis der Grosszehenendphalanx. Die Sehne des M. extensor hallucis brevis verläuft schräg von lateral über den Fussrücken und setzt auf der dorsolateralen Seite der Grosszehen Grundphalanx an. Die Sehne des M. abductor hallucis inseriert plantar medial an der Basis der Grundphalanx mit einigen Fasern zur Sehne des M. flexor hallucis brevis. Die vereinte Sehne des M. adductor hallucis inseriert plantar lateral an der Basis der Grundphalanx nach Einscheidung des lateralen Sesambeins. Sie verläuft dabei zwischen der oberflächlichen und tiefen Gabel des Ligamentum metatarsum transversum.

Die Sehne des M. flexor hallucis brevis teilt sich in Höhe der Sesambeine in zwei Teile und setzt an der Sesambeinplatte und der plantaren Basis der Grundphalanx an. Die Sehne des M. flexor hallucis longus setzt an der plantaren Basis der Grosszehengrundphalanx an.

1.4.3. Knöcherne Strukturen

Der MT 1 Schaft ist der kürzeste und kräftigste aller Metatarsalia und hat einen dreieckigen Querschnitt. Der Metatarsale 1 Kopf ist gross und quadratisch und hat zwei Artikulationsbereiche (Grundphalanx und Sesambeine). Die Gelenkfläche der Basis des MT 1 zum Os cuneiforme ist nierenförmig. Die Grundphalanx ist an beiden Seiten eingedrückt und hat eine konvexe dorsale und eine konkave plantare Seite. Der Kopf zeigt eine rollenförmige Gelenkfläche zur Endphalanx. Die Basis ist konkav, um mit dem MT 1 zu artikulieren, der plantare Anteil ist konkav, um die Sehne des M. flexor hallucis longus passieren zu lassen. Die Endphalanx: Die Basis und der Schaft ähneln in der Form der Grundphalanx. Der Kopf hat keine Gelenkfläche und ist abgeflacht, um das Nagelbett der Grosszehe zu tragen. Die Form der Sesambeine ist variabel. Sie können halbeiförmig, rund oder bohnenförmig sein. Das mediale ist normalerweise grösser und eiförmig oder länglich. Das laterale ist kleiner und eher rund. Die dorsale Gelenkfläche ist von Knorpel überzogen und nimmt die plantare Gelenkfläche des MT 1 auf. Die plantare Gelenkfläche ist konvex. Das Gelenk zwischen MT 1 und Os cuneiforme 1 erlaubt begrenzte Gleitbewegungen. Es ist durch dorsale und plantare Bänder verbunden (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: Anatomie der knöchernen Strukturen (Sobotta Anatomieatlas)

1.4.4. Gefäßversorgung

Das erste metatarso- phalangeale Segment erhält seine Blutversorgung durch den ersten Ast der A. metatarsae dorsalis et plantaris und den oberflächlichen Ast der A. plantaris medialis. Die Gefäßversorgung des MT 1 und des Grosszehengrundgelenkes ist sowohl intra- als auch extraossär. Der extraossäre Anteil besteht aus dem ersten Ast der A. metatarsae dorsalis et plantaris und dem oberflächlichen Ast der A. plantaris medialis.

1.4.5. Innervation

Die Innervation des Grosszehengrundgelenkes und der Großzehe erfolgt aus drei Ursprüngen: N. peroneus profundus, N. cutaneus dorsalis medialis und N. plantaris medialis.

Während der Präparation sollten diese Strukturen identifiziert und geschont werden, um so die Gefahr einer unbeabsichtigten Denervierung zu verringern.

1.5. Pathologie

Unabhängig von der Ätiologie kommt es zum mechanischen Ungleichgewicht im Großzehengrundgelenk. Hieraus resultiert eine Protrusion des Metatarsale 1 nach medial mit nachfolgender Abweichung der Grosszehe nach lateral.

Das Metatarsale-1-Köpfchen gleitet nach medial über den Sesambeinkomplex hinweg, dehnt damit die mediale Kapsel und verlagert die Zugrichtung der Sehne des M. extensor hallucis longus nach lateral, wodurch es zur Plantardeviation des M. abductor hallucis kommt.

Das Auswandern der Sesambeine nach lateral ruft Erosionen der Christa intersesamoida hervor. Dadurch kommt es zur weiteren Verschiebung der Sesambeine nach lateral. Die retrograden Kräfte durch die Großzehe auf das MT-1-Köpfchen ergeben dann eine Vergrößerung des Intermetatarsalwinkels.

Bei mittelschweren und schweren Deformitäten dreht die Basis der Grundphalanx in der Frontalebene in die Valgusposition. Exzessive Valguskkräfte während des Gehvorgangs führen zur Deviation in der Frontalachse mit Ausbildung einer Hyperkeratose auf der medialen Beugeseite des Hallux (Marcinko 1994).

1.6. Klinische Befunde

Die Bandbreite der häufigsten Veränderungen umfasst den verbreiterten Vorfuß mit abgeflachtem Fussquergewölbe, das varisch eingestellte Metatarsale 1 und die in Valgusposition stehende Grosszehe, wobei sie bei starker Ausprägung über oder unter die zweite Zehe ragt. Es kommt zum Auftreten verschiedener Deformitäten der Kleinzehen, wie der Hammerzeh, dessen Ursache die Spreizfußdeformität ist.

Gründe für den Besuch beim Arzt sind die Einschränkung der Schuhtragemöglichkeiten und Schmerzen über dem chronisch gereizten, nach medial vorstehenden Metatarsale 1 Köpfchen. Es kann zu Hautirritationen bis zu trophischen Veränderungen, Ausbildung eines Schleimbeutels bis zur Bursitis und zur Entstehung von Osteophyten kommen.

Durch die Abflachung des Quergewölbes kommt es zu einer unphysiologischen Belastung der Mittelfussköpfchen 2-5, die sich durch Bildung von Hornhautschwielen bis hin zu Ulzera bemerkbar macht. Die starke Metatarsalgie kann für den Patienten zur Einschränkung der Gehstrecke führen.

Zur körperlichen Untersuchung gehört die Messung des passiven Bewegungsumfanges des Grosszehengrundgelenkes, die im Normalfall $45^{\circ}/0^{\circ}/75^{\circ}$ Plantarflexion/ Dorsal-extension beträgt. Die Beweglichkeit kann durch eine zusätzlich vorhandene Arthrose im Großzehengrundgelenk weiter vermindert werden. Zur Unterscheidung zwischen einer redressierbaren und einer kontrakten Fehlstellung sollte die manuelle Korrigierbarkeit untersucht werden.

Eine eventuell vorhandene Hypermobilität des ersten Strahls wird durch Bewegung von plantar- lateral nach dorsal- medial im Metatarsocuneiformegelenk geprüft und ist pathologisch bei einer Verschieblichkeit von mehr als 9 mm (Mann und Coughlin 1992)

Ebenfalls untersucht werden sollten eine eventuelle Kontraktur der Achillessehne und zusätzliche Fussfehlstellungen wie der Pes planus, da sie sich auf den Erfolg einer Operation auswirken können (Mann und Coughlin 1993).

1.7. Konservative Therapie

Das Spektrum der Hilfsmittel reicht von Einlagen mit Vorfußweichbettung oder retrokapitaler Abstützung zur Milderung der Metatarsalgie bis zu Ringpolstern zur medialen Druckentlastung bei schmerzhafter Bursitis. Ausserdem stehen Grosszehengerichte, Zwischenzehenpolster und Nachtlagerungsschienen zur Korrektur der Fehlstellung zur Verfügung.

Insgesamt erscheint die konservative Therapie, mit Ausnahme beim jugendlichen Hallux valgus, wenig geeignet die Abweichung der Grosszehe zu beseitigen oder entscheidend zu verbessern (Wülker 1997).

1.8. Das operative Vorgehen

1.8.1. Allgemeine Prinzipien des operativen Vorgehens

Die Hallux- valgus- Fehlstellung neigt zur Progredivenz, eine einmal aus dem Gleichgewicht geratene Grosszehe kann durch konservative Maßnahmen meist nicht dauerhaft reponiert werden, so dass ein operatives Vorgehen in Erwägung gezogen werden muss.

Es gibt eine Vielzahl von möglichen Eingriffen. Ziel der präoperativen Diagnostik ist, die geeignete Operationsmethode für jeden Patienten zu ermitteln. Für die Zufriedenheit der Patienten mit dem Ergebnis ist eine ausführliche Aufklärung notwendig. So sollte auf die Möglichkeit hingewiesen werden, dass nicht mehr jeder Schuh getragen werden kann, um übertriebene Erwartungen zu vermeiden.

1.8.2. Die distale Weichteilkorrektur

Die von McBride (1928) entwickelte Methode beinhaltet eine mediale Kapselraffung, ein laterales Release mit Ablösung des M. adductor hallucis, eine Entfernung der medialen Pseudoexostose und die Reposition des lateralen Sesambeins. Durch die Lösung der lateralen Muskulatur wird die Reposition der Sesambeinplatte in ihre physiologische Lage unter das MT 1 Köpfchen ermöglicht.

Dieser Eingriff ist bei einer alleinigen weichteilbedingten Inkongruenz des Metatarsophalangealgelenkes indiziert. Bei einer zusätzlichen Vergrößerung des Intermetatarsalewinkels $>10^\circ$ sollte auch eine knöcherne Korrektur durchgeführt werden, da sonst das Risiko eines Rezidives erhöht ist (Mann 1993).

1.8.3. Die knöcherne Korrektur

Zur Wahl der optimal geeigneten Operationsmethode ist zunächst festzustellen, ob eine Arthrose im Großzehengrundgelenk vorliegt. In diesen Fällen ist ein gelenkerhaltender Eingriff weniger sinnvoll und die Arthrodese eine besser geeignete Methode. Hierbei wird die Position der Großzehe in ca. 10° - 15° Doralextension fixiert, was dem

Patienten eine stabile Abstützung und Gewichtsverteilung ermöglicht. Zur Fixierung der Arthrodesen können Schrauben, Drähte oder Platten verwendet werden.

Eine Alternative ist die Resektionsarthroplastik nach Keller-Brandes. Hier wird die proximale Gelenkfläche der Großzehengrundphalanx zu 1/3 reseziert und ein Kapselinterponat eingeschlagen. Diese Methode wird eher bei Patienten im Alter über 60 Jahre empfohlen.

Bei den Osteotomien im distalen Bereich des Metatarsale 1 ist die Chevron-Osteotomie eine häufig angewandte Methode. Die Indikation ist ein leichter bis mittelschwerer Hallux valgus. Die Osteotomie wird V-förmig mit nach distal offenem Keil durchgeführt und das Metatarsale 1 Köpfchen nach lateral verschoben.

Die Osteotomie im proximalen Bereich des Metatarsale 1 wird bei einem Intermetatarsalwinkel von mehr als 10° angewendet, ggf. in Verbindung mit einem distalen Weichteileingriff. Die Operationstechniken reichen von bogenförmigen und lateralen bis medialen keilförmigen proximalen Osteotomien.

Allgemeine Ziele einer operativen Korrektur sind:

- Verringerung des Intermetatarsalwinkels bis 5 Grad.
- Längenerhalt des MT 1.
- Reposition des medialen und lateralen Sesambeins.
- Erhaltung oder Wiederherstellung eines kongruenten Großzehengrundgelenkes.
- Entfernung von arthrotisch veränderten Gelenkstrukturen.

Auch hier gilt ein Grundprinzip der Orthopädie: Normalform geht mit Normalfunktion des Gelenkes einher.

1.8.4. Indikation für ein operatives Vorgehen

Bei folgenden Indikationen ist eine Operation angezeigt:

- Schmerzen mit und ohne Schuh bei zunehmender Deformität
- Schmerzen mit begleitenden Vorfußanomalien wie Hammerzehen oder plantaren Hyperkeratosen unter dem Köpfchen des Metatarsale 2.

- Passprobleme mit dem Schuhwerk in Verbindung mit Schmerzen.
- tief im Gelenk sitzender Schmerz als Folge degenerativer Gelenkerkrankungen, Arthrose oder rheumatoider Arthritis.

1.8.5. Stadiengerechtes Konzept zur Wahl des optimalen Eingriffs

Stadium 1 (mechanisch balancierte Form):

Es besteht eine Valgusabweichung bei nicht mehr mittig zentrierten Ossa sesamoidea und nicht abgewichener Extensor hallucis longus Sehne. Die Indikation zu operativen Massnahmen ist eingeschränkt.

Stadium 2 (mechanisch nicht mehr balancierte Form/ kontrakte Form):

Das MT 1 Köpfchen ist nach medial über den Sesamoidkomplex abgewichen, die Extensor hallucis longus Sehne ist nach lateral disloziert. Bei einer bestehenden Inkongruenz des Metatarsophalangealgelenkes ist der distale Weichteileingriff indiziert.

Ist auch der Intermetatarsalwinkel deutlich vergrößert, ist eine Osteotomie an der Basis des ersten Mittelfußknochens erforderlich.

Besteht keine wesentliche Inkongruenz am Metatarsophalangealgelenk, ist eine Deviation der Gelenkfläche des ersten Mittelfußköpfchens zu prüfen. Diese Deformität geht mit einer Vergrößerung des Gelenkflächenwinkels einher und stellt die Indikation für eine distale Metatarsale 1 Osteotomie (z.B. die Chevron- Osteotomie) dar.

Stadium 3: Es finden sich deutliche arthrotische Veränderungen (Gelenkspaltverschmälerung, subchondrale Sklerose, Osteophyten) mit schmerzhaft eingeschränkter Gelenkbeweglichkeit (Hallux rigidus). Das Operationsverfahren der Wahl ist eine Arthrodesen im Metatarsophalangealgelenk in Funktionsstellung.

1.9. Ziel der vorliegenden Arbeit

Es werden zwei gebräuchliche Operationsmethoden erläutert und ihre Ergebnisse vorgestellt: die proximale keilförmige Metatarsale 1 Osteotomie mit distalem Weichteileingriff einerseits und die Arthrodesen im Großzehengrundgelenk andererseits. Ziel dieser Arbeit ist die Darstellung und der Vergleich der subjektiven und der objektivierbaren Ergebnisse der beiden Operations- bzw. Patientengruppen. Bewertet wird mittels des Scores nach Kitaoka (1991) und mittels radiologischer Ergebnisse.

Es ist davon auszugehen, dass bei richtiger Indikationsstellung (s.1.8.5) eine ähnliche Anzahl guter und sehr guter Ergebnisse in beiden Gruppen festzustellen ist, da beide Operationsmethoden im klinischen Alltag häufig und erfolgreich angewandt werden. Bei Abweichungen von dieser Hypothese werden die Gründe untersucht.

Innerhalb der einzelnen Gruppen werden Ursachen für die Unterschiede zwischen subjektiven und objektiven Ergebnissen herausgestellt.

2. Patienten und Methoden

2.1. Patientenkollektiv

Ursprünglich wurden 73 Patienten in die vorliegende Studie aufgenommen. Von diesen 73 Patienten (13 Männer und 60 Frauen; Durchschnittsalter 57 Jahre) wurden sechs Patienten (2 Männer und 4 Frauen; Durchschnittsalter 54,2 Jahre) beidseitig wegen Hallux valgus im Zeitraum zwischen 1999 bis 2001 operiert, so dass anfänglich 79 Behandlungsfälle resultierten.

Allerdings nahmen nicht alle 73 Patienten bzw. 79 Behandlungsfälle an der angebotenen Nachuntersuchung teil, die im Jahre 2002 vorgenommen wurde. Der Nachuntersuchungszeitpunkt lag hierbei durchschnittlich 23 Monate \pm 4 Monate (17 Monate bis 34 Monate) nach der Operation. Zu diesem Nachuntersuchungstermin wurden 55 Patienten (8 Männer, 47 Frauen) vorstellig, von denen 5 Patienten (ein Mann, vier Frauen) an beiden Füßen wegen Hallux valgus operiert worden waren. Aus diesem Patientenkollektiv resultierten demnach 60 Behandlungsfälle bzw. Operationen. In der Osteotomiegruppe befanden sich signifikant weniger Männer bzw. mehr Frauen als in der Arthrodesegruppe (χ^2 : $p = 0,009$), allerdings war das Alter zum Operationszeitpunkt zwischen beiden Gruppen nicht signifikant verschieden (Mann-Whitney: $p = 0,3710$). Das Körpergewicht ($p = 0,4203$), die Körpergröße ($p = 0,6704$) sowie der Body-Mass-Index ($p = 0,4572$) unterschieden sich zum Nachuntersuchungszeitpunkt zwischen den Patienten der beiden Therapiegruppen ebenfalls nicht statistisch signifikant (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Alters- und Geschlechtsverteilung, Körpergewicht-/größe und Body-Mass-Index der 55 Patienten im Gesamtkollektiv und den Patienten in den zwei Operationsgruppen						
Parameter	Osteotomie (n=36)		Arthrodese (n=19)		Gesamt (n=55)	
<i>Geschlecht</i>						
- männlich	2	5,6%	6	31,6%	8	14,5%
- weiblich	34	94,4%	13	68,4%	47	85,5%
<i>Alter bei OP (Jahre)</i>						
MW \pm SD	55,6 \pm 16,2		62,4 \pm 11,9		58,0 \pm 15,1	
Median	62,5		63		63	
Min – Max	18 - 77		43 - 86		18 - 86	
<i>Körpergewicht (kg)</i>						
MW \pm SD	71,6 \pm 12,2		74,9 \pm 8,7		72,7 \pm 11,2	
Median	71,5		73		72	
Min – Max	49 - 100		63 - 95		49 - 100	
<i>Körpergröße (m)</i>						
MW \pm SD	1,67 \pm 0,08		1,68 \pm 0,07		1,67 \pm 0,07	
Median	1,66		1,67		1,67	
Min – Max	1,49 - 1,84		1,59 - 1,86		1,49 - 1,86	
<i>BMI (kg/m²)</i>						
MW \pm SD	25,6 \pm 3,6		26,4 \pm 2,8		25,9 \pm 3,3	
Median	25,8		26,8		25,9	
Min – Max	18,3 - 31,5		20,2 - 30,4		18,3 - 31,5	

Wie bereits beschrieben, wurden von den 55 Patienten insgesamt fünf wegen Hallux valgus beidseitig operiert. Somit resultierten 10 operative Eingriffe bei fünf Patienten, die beidseitig operiert wurden und weitere 50 operative, einseitige Eingriffe bei den verbleibenden 50 Patienten. In vier der fünf Fälle (ein Mann, vier Frauen) mit beidseitiger Operation wurden beide Zehen mittels Osteotomie behandelt, die verbleibende Patientin wurde beidseits mit einer Arthrodese versorgt. Nachfolgend wird eine auf die 60 Operationsfälle bezogene Auswertung durchgeführt (sog. fallbezogene Auswertung).

Bei diesem nachuntersuchten Kollektiv von 60 operierten Füßen waren 40 Füße mit einer proximalen metatarsalen Osteotomie und 20 Füße mit einer Arthrodese behandelt worden.

2.2. Untersuchungsmethoden

2.2.1. Subjektive Befunde

Die subjektiven Befunde wurden mittels eines Fragebogens erhoben. Die Patienten wurden gefragt, ob sie zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung unter:

- keinen
- leichten, gelegentlichen
- mäßigen, täglichen
- schweren, ständigen Schmerzen leiden.

Eine weitere Frage wurde bezüglich der Einnahme von Schmerzmedikamenten gestellt.

Es gab die Antwortmöglichkeiten:

- keine Schmerzmedikamente
- gelegentlich nichtsteroidale Antirheumatika
- regelmässig NSAR, gelegentlich stärkere Analgetika
- regelmässig stärkere Analgetika.

Die Frage nach dem bevorzugt getragenen Schuhwerk konnte mit:

- modernes Schuhwerk ohne Einlagen
- bequeme breite Schuhe evtl. mit Einlagen
- orthopädische Schuhe beantwortet werden.

Abschließend wurden die Patienten gebeten, ihre Zufriedenheit mit dem Gesamtergebnis in:

- sehr zufrieden
- zufrieden
- bedingt zufrieden
- nicht zufrieden zu differenzieren.

2.2.2. Objektive Befunde

In der klinischen Untersuchung wurde zunächst der Gesamteindruck des operierten Vorfußes bewertet. In die Bewertung des klinischen Gesamteindrucks flossen sowohl der Funktionszustand als auch die Schmerzsymptomatik und das kosmetische Ergebnis ein.

Desweiteren wurden die Bewegungsausmaße für Dorsalextension und Plantarflexion im Großzehengrundgelenk und im Interphalangealgelenk gemessen.

Zum Abschluß der klinischen Untersuchung wurde der Patient gebeten, einige Schritte zu gehen und einen Zehenspitzenstand durchzuführen, um Abweichungen im Gangbild, beim Abrollvorgang oder in dieser Bewegungsprüfung feststellen zu können.

2.2.3. Radiologische Befunde

Von jedem Fuss wurden in der Nachuntersuchung eine Röntgenaufnahme im dorsoplantaren Strahlengang und eine seitlich Aufnahme angefertigt. Alle Aufnahmen wurden im Stehen und unter Belastung angefertigt, um eine optimale Vergleichbarkeit mit den prä- und postoperativen Archivaufnahmen zu erreichen. Die Messung erfolgte durch einen Untersucher zweimalig unter Bildung von Mittelwerten, wie von Condon (2002) empfohlen. Folgende Befunde wurden erhoben:

2.2.3.1. Hallux Valgus Winkel

Die Abweichung der Großzehe nach lateral wird röntgenologisch mit dem Hallux valgus Winkel (HV-Winkel) zwischen der Schafthalbierenden der Grundphalanx und der Schafthalbierenden des Metatarsale 1 auf der dorsoplantaren Belastungsaufnahme bestimmt (Wülker 1997). Laut Schneider (2003) ist die genaueste Methode der Messung des Metatarsophalangealwinkels die Verbindungslinie durch das Zentrum des Köpfchens und der Basis zu legen. Erstbeschreiber dieser Untersuchungsmethode sind Miller (1974). Der zu messende Winkel ist aus der Abbildung 3 zu entnehmen.

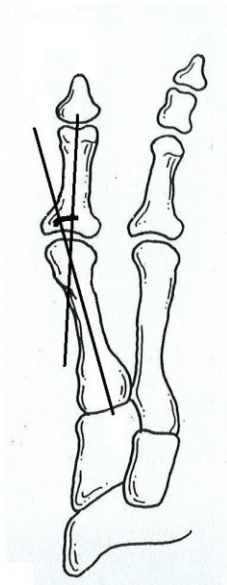


Abbildung 3: Bestimmung des HV-Winkels im dorsoplantaren Strahlengang

2.2.3.2. Intermetatarsalwinkel

Der Intermetatarsalwinkel (IM-Winkel) beschreibt die Winkelbeziehung zwischen den Schaftabschnitten der Metatarsalia 1 und 2 (siehe Abbildung 4). Der normale IM-Winkel liegt zwischen 6° - 8° , er beträgt bis zu 8° - 10° beim Pes adductus. Die Winkel zwischen den Mittelfußknochen 2 bis 5 werden üblicherweise nicht gemessen (Marcinko 1994).

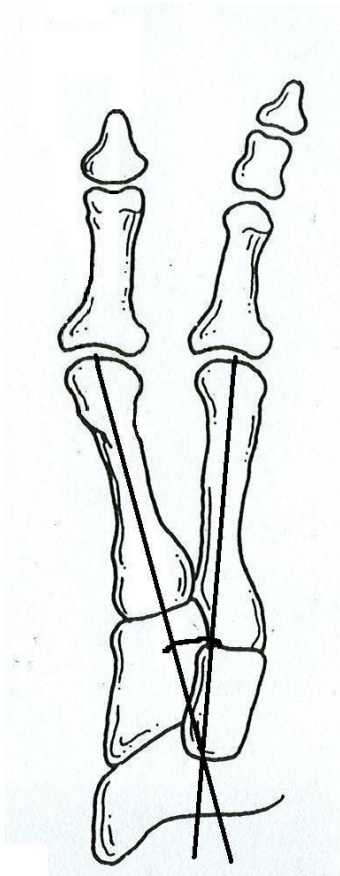


Abbildung 4: Messung des IM-Winkels

2.2.3.3. Interphalangealwinkel

Beim Interphalangealwinkel handelt es sich um den Winkel zwischen dem Schaft der proximalen und der distalen Phalanx (siehe Abbildung 5).

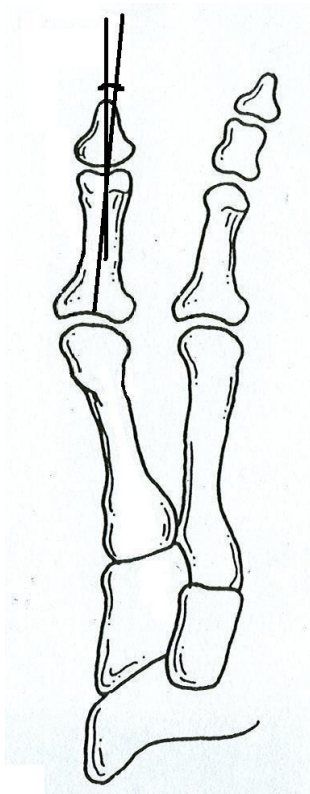


Abbildung 5: Messung des Interphalangealwinkels

2.2.3.4. Ausmaß der Subluxation des Großzehengrundgelenkes

Das Ausmaß der Subluxation des Grosszehengrundgelenkes wurde in drei Kategorien beschrieben:

- kongruentes Gelenk
- inkongruentes Gelenk
- subluxiertes Gelenk (siehe Abbildung 6).



Abbildung 6: Bewertung des Ausmaßes der Subluxation des Großzehengrundgelenkes

- A) Kongruentes Gelenk: die durch die Gelenkflächen der Basis der Grundphalanx und des MT-1-Köpfchens gezogenen Graden liegen parallel zueinander.
- B) Inkongruentes Gelenk: die Graden durch die Gelenkflächen kreuzen sich außerhalb des Großzehengrundgelenkes.
- C) Subluxiertes Gelenk: Die Basis der Grundphalanx befindet sich in einer anderen Ebene als der Kopf des MT 1. Die Gelenkflächen artikulieren nicht.

2.2.3.5. Positionsverschiebung der Sesambeine

Eine Klassifikation der Lage der Sesambeine wurde erstmals durch Hardy und Clapham (1951) vorgenommen. Dabei wird die Position des medialen Sesambeins in Bezug zur Schaftthalbierenden beschrieben. In der vorliegenden Arbeit erfolgt die Einteilung der Positionsverschiebung nach dem System von Wetzel/ Appel (1996), in der die Positionen beider Sesambeine berücksichtigt wird

Die Medialisierung des ersten Mittelfußköpfchens aus dem Sesambeinkomplex wird in 7 Klassen unterteilt: 0/0, 1/0, 1/1, 2/1, 2/2, 2/3 und 3/3. Die erste Ziffer bezieht sich auf die Position des lateralen Sesambeins, dessen Bezugslinie die laterale Kortikalis des 1. Metatarsale bildet. Die Position des medialen Sesambeins wird durch die zweite Ziffer benannt, wobei die Bezugslinie durch das Köpfchen und die Basis des Metatarsale 1 verläuft. Eine regelrechte Lage beider Sesambeine wird mit 0/0 angegeben. Überragt das laterale Sesambein seine Bezugslinie um weniger als 50%, wird die Position mit 1/0 angegeben. Die Klassifikation 2/1 wird verwendet, wenn das laterale Sesambein die laterale Kortikalis um mehr als 50% und das mediale Sesambein seine Bezugslinie um weniger als 50% überragt. Bei einer Position beider Sesambeine ausserhalb ihrer Bezugslinie wird die Klasse 3/3 verwendet, dabei ist die Subluxation des Mittelfußköpfchens aus dem Sesambeinkomplex nach medial gegeben (Wetzel/ Appel 1996). Siehe hierzu auch die Abbildung 7.

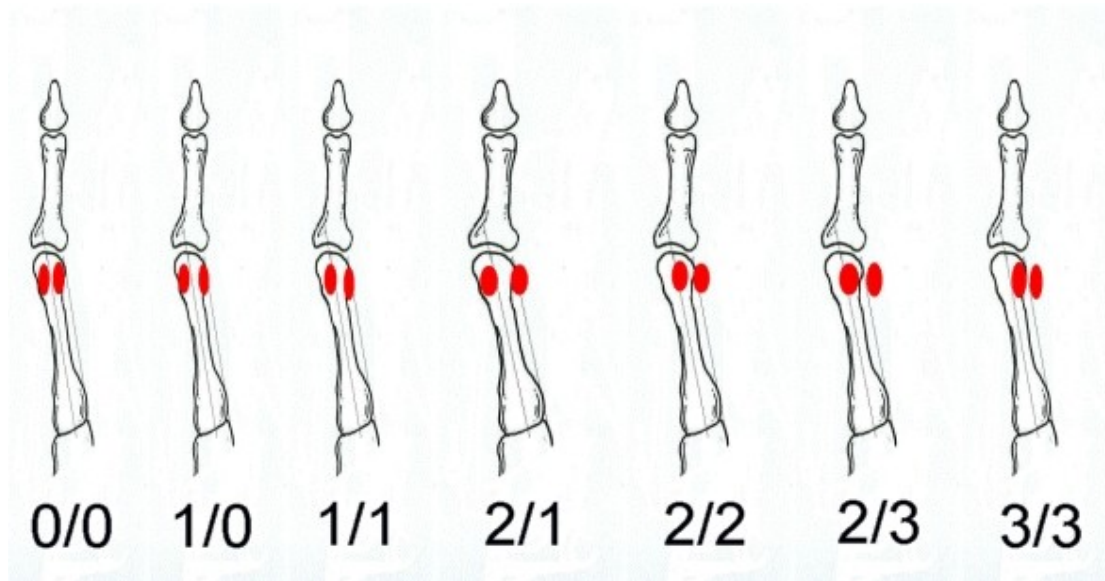


Abbildung 7: Darstellung der verschiedenen Positionen der Sesambeine nach Wetzel/ Appel (1996)

2.2.3.6. Größe der Exostose

Zur Ermittlung der Größe der Exostose wurde eine Verlängerungslinie an der Kortikalis des Metatarsale 1 Schaftes angelegt und das Ausmaß der Deformität in Bezug zum Metatarsale 1-Köpfchen in Prozent angegeben (siehe Abbildung 8).



Abbildung 8: Messung der Größe der Exostose

2.2.3.7. Distaler Gelenkflächenwinkel (DASA)

Die Messung wird zwischen der basisnahen Gelenkfläche der Grundphalanx und der Senkrechten zur Schaftachse der Grundphalanx vorgenommen (Wülker 1997). Siehe auch Abbildung 9.

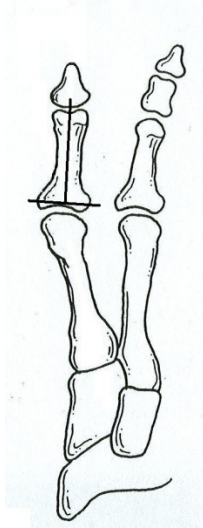


Abbildung 9: Darstellung der Messung des distalen Gelenkflächenwinkels

2.2.3.8. Proximaler Gelenkflächenwinkel (PASA)

Dieser Winkel bezeichnet die Beziehung zwischen effektiver Gelenkflächenlage und der Senkrechten zur Schaftachse der Grundphalanx. Er beträgt normalerweise bis zu 8° (siehe Abbildung 10).

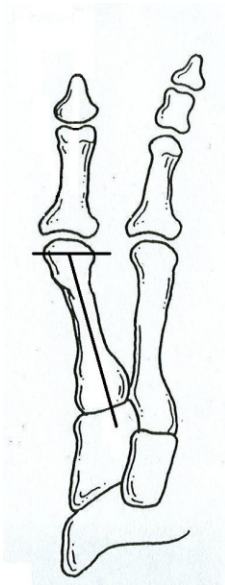


Abbildung 10: Schematische Darstellung der Messung des proximalen Gelenkflächenwinkels

2.2.3.9. Arthrosegrad

Das Metatarsophalangealgelenk wird auf arthrotische Veränderungen hin untersucht. Die übliche Einteilung in die Schweregrade 0 bis 3 wird verwendet (Lehrbuch Duale Reihe S. 193):

- Stadium 0: keine Veränderungen
- Stadium 1: Gelenkspaltverschmälerung
- Stadium 2: Subchondrale Sklerose
- Stadium 3: Bildung von Zysten und Osteophyten

2. 3. Bewertung des Therapieergebnisses

2.3.1. Hallux Metatarsophalangeal-Interphalangeal Scale

Grundlage der Bewertung des Behandlungsergebnisses in der vorliegenden Studie bildet die Hallux Metatarsophalangeal-Interphalangeal Scale. Dieses Bewertungssystem wurde von Kitaoka (1994) als Bewertungsschema für das Metatarsophalangealgelenk und die Großzehenfunktion veröffentlicht. In diesen Score fließen sowohl klinische Parameter als auch subjektive Angaben ein. Insgesamt können 100 Punkte erreicht

werden, wobei ein hoher Punktwert eine positive und ein niedriger Punktwert eine schlechte Bewertung bedeutet. Die Punkte verteilen sich in folgende Kategorien:

Schmerzen (40 Punkte):

keine Schmerzen	40
leichte, gelegentliche Schmerzen	30
mäßige, tägliche Schmerzen	20
schwere, ständige Schmerzen	0

Aktivität (10 Punkte):

keine Einschränkungen	10
Einschränkungen bei sportlicher Aktivität	7
Einschränkungen im täglichen Leben	4
ständig starke Einschränkungen	0

Schuhtragegewohnheiten (10 Punkte):

moderne Schuhe	10
Einlagen und/oder bequeme, breite Schuhe	5
orthopädische Schuhe	0

Bewegungsumfang im MTP-Gelenk (Dorsalextension plus Plantarflexion) (10 Punkte):

keine/geringe Einschränkung ($\geq 75^\circ$)	10
mässige Einschränkung ($30^\circ - 74^\circ$)	5
schwere Einschränkung ($< 30^\circ$)	0

Bewegungsumfang im IP- Gelenk (Plantarflexion)(5 Punkte):

keine Einschränkung	5
starke Einschränkung ($< 10^\circ$)	0

MTP- IP-Stabilität (alle Richtungen) (5 Punkte):

stabil	5
nicht stabil (Luxationstendenz)	0

Kallusbildung im MTP- IP Bereich (5 Punkte):

kein Kallus, asymptomatisch	5
Kallus, symptomatisch	0

Ausrichtung des Hallux (15 Punkte):

gut, Hallux steht gerade	15
leichte Fehlstellung, keine Symptome	8
deutliche Fehlstellung	0

Gesamtbewertung des Kitaoka-Scores:

Exzellent	91-100
Gut	71-90
Befriedigend	61-70
Schlecht	≤ 60

3. Ergebnisse

3.1. Alters-, Geschlechtsverteilung, operierte Seite

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurden 55 Patienten vorstellig (8 Männer, 47 Frauen), von denen fünf Patienten (ein Mann, vier Frauen) beidseitig operiert worden waren (s.o. Tabelle 1).

3.2. Fallbezogene Auswertung (Osteotomie und Arthrodesen)

3.2.1. Ergebnisse des Bewertungsschemas nach Kitaoka

Der von Kitaoka (1994) als Bewertungsschema für das Metatarsophalangealgelenk und die Großzehenfunktion veröffentlichte Score besteht aus acht Items, die nachfolgend zwischen der Osteotomie- und Arthrodesengruppe verglichen wurden.

Die Schmerzsymptomatik war in beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich, fast zwei Drittel (Arthrodesen) bzw. fast drei Viertel (Osteotomie) der Patienten hatten keine Schmerzen bei der Nachuntersuchung. Eine Einschränkung der körperlichen Aktivität (nur bei Sport, im täglichen Leben bzw. ständige Einschränkung) war bei Patienten mit Arthrodesen etwas häufiger (45%) als bei Patienten mit Osteotomie (25%), aber auch hier war der Unterschied nicht statistisch signifikant.

Die Schuhtragegewohnheiten waren hingegen zwischen beiden Operationsgruppen signifikant unterschiedlich bei der Nachuntersuchung. Osteotomierte Patienten trugen deutlich häufiger moderne bzw. normale Schuhe als Patienten mit Arthrodesen (40% vs. 15%). Einlagen/orthopädische Schuhe trugen Arthrodesen-Patienten erheblich häufiger (85%) als osteotomierte Patienten (60%).

Der Bewegungsumfang im Metatarsophalangealgelenk war in der Arthrodesengruppe operationsbedingt vollständig aufgehoben (die Unbeweglichkeit ist eine Folge dieses Eingriffes), in der Osteotomiegruppe hingegen nicht. Deshalb schnitt bei diesem Item die Arthrodesengruppe signifikant schlechter ab. Die Beweglichkeit im Interphalangealgelenk war in beiden Operationsgruppen uneingeschränkt und damit nicht signifikant verschieden. Eine Kallusbildung erfolgte in beiden Operationsgruppen nicht.

Die Ausrichtung des Hallux war bei den Arthrodesepatienten signifikant besser, während bei knapp zwei Drittel der osteotomierten Patienten (62,5%) ebenfalls ein gutes Resultat erreicht werden konnte.

Die Bewertung des Kitaoka-Scores, die in vier Klassen erfolgte, zeigte eine deutliche Überlegenheit der Osteotomie gegenüber der Arthrodesese, denn 47,5% der osteotomierten (und kein Patient mit Arthrodesese) erreichte ein exzellentes Resultat. Der Anteil befriedigender oder schlechter Ergebnisse war in beiden Gruppen aber ähnlich hoch (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Vergleich der einzelnen Items des Scores nach Kitaoka zwischen den Operationsfällen mit Osteotomie und jenen mit Arthrodesese					
Parameter	Osteotomiefälle (n=40)		Arthrodesefälle (n=20)		p-Wert ¹⁾
<i>Schmerz</i>					0,5065
keine Schmerzen	29	72,5%	13	65,0%	
leicht, gelegentlich	9	22,5%	5	25,0%	
mäßig, täglich	2	5,0%	2	10,0%	
schwere, ständig	-	-	-	-	
<i>Aktivität</i>					0,1308
keine Einschränkung	30	75,0%	11	55,0%	
E. bei sportl. Aktivität	6	15,0%	6	30,0%	
E. im täglichen Leben	4	10,0%	2	10,0%	
ständig starke E.	-	-	1	5,0%	
<i>Schuhtragegewohnheiten</i>					0,05
moderne Schuhe	16	40,0%	3	15,0%	
Einlagen/bequeme Schuhe	22	55,0%	15	75,0%	
orthopädische Schuhe	2	5,0%	2	10,0%	
<i>Bewegungsumfang MTP-G.</i>					0,001
keine Einschränkung	21	52,5%	-	-	
mäßige Einschränkung	18	45,0%	-	-	
schwere Einschränkung	1	2,5%	20	100%	
<i>Bewegungsumfang IP-G.</i>					1,000
keine Einschränkung	40	100%	20	100%	
mäßige Einschränkung	-	-	-	-	
schwere Einschränkung	-	-	-	-	
<i>Kallusbildung im MTP/IP-Bereich</i>					1,000
kein Kallus, asymptomatisch	40	100%	20	100%	
Kallus, symptomatisch	-	-	-	-	
<i>Ausrichtung des Hallux</i>					0,0018
gut, Hallus steht gerade	25	62,5%	18	90%	
leichte Fehlstellung	14	35,0%	2	10%	
deutliche Fehlstellung	1	2,5%	-	-	

<i>Bewertung des Kitaoka-Scores ohne Beweglichkeit im MTP- Gelenk</i>					0,9785
Exzellente (81-90 Punkte)	24	60%	12	60%	
Gut (61-80 Punkte)	11	27,5%	6	30%	
Befriedigend (51-60Pkt)	5	12,5%	1	5%	
Schlecht (<60 Punkte)	-	-	1	5%	
Gesamtbewertung des Kitaoka-Scores					0,0075
exzellente	19	47,5%	-	-	
gut	13	32,5%	17	56,7%	
befriedigend	6	15,0%	1	14,3%	
schlecht	2	5,0%	2	10,0%	

¹⁾ Signifikanzprüfung mittels Mann-Whitney-Test;

E. = Einschränkung; MTP-G. = Metatarsophalangealgelenk, IP-G. = Interphalangealgelenk

Bezieht man sich ausschließlich auf den Punktwert des Kitaoka-Scores, so erreichten die 40 osteotomierten Patienten im Mittel 87 ± 13 Punkte (Median 90 Punkte; 57 - 100 Punkte) und die 20 Patienten mit Arthrodeese erreichten im Durchschnitt nur 78 ± 10 Punkte (Median 82 Punkte; 50 - 90 Punkte). Der Unterschied zu Lasten der Arthrodeese-fälle war statistisch signifikant (Mann-Whitney: $p = 0,0075$).

Zu bedenken ist, dass dieser Unterschied aber dadurch mit verursacht ist, dass die Beweglichkeit im MTP-Gelenk in der Arthrodeese-gruppe operationsbedingt immer aufgehoben ist und deshalb Arthrodeesepatienten im konventionellen, nicht modifizierten Kitaoka-Score einen rechnerischen Nachteil von bis zu 10 Punkten bei der Ermittlung des Endresultates haben (s.o. S.28).

3.2.2. Modifizierter Score nach Kitaoka

Aufgrund der durch die Arthrodeese bedingten vollständigen Bewegungseinschränkung im MTP-Gelenk wurde - um eine sinnvolle Vergleichbarkeit der Osteotomie-fälle mit den Arthrodeesefällen herzustellen - dieser Unterpunkt bei der Ermittlung des Kitaoka-Scores komplett in beiden Gruppen gestrichen. Somit konnten die Bewertungen keine 100 Punkte mehr erreichen, sondern das Maximalergebnis sank um 10 Punkte ab (nur noch zwischen 0-90 Punkten waren erreichbar), weil die fehlende MTP-Gelenk-beweglichkeit einen Verlust von bis zu 10 Punkten nach sich ziehen konnte. Folgerich-

tig wurde auch das 4-Klassen-Bewertungsschema nach Kitaoka (1994) um jeweils 10 Punkte abgesenkt. Nach unserer modifizierten Klassifikation erreichte ein Patient ein exzellentes Ergebnis bei 81-90 Punkten, ein gutes Ergebnis bei 61-80 Punkten, ein befriedigendes Ergebnis bei 51-60 Punkten und von einem schlechten Ergebnis wurde bei Punktwerten von 0-50 Punkten ausgegangen.

Bezogen auf den modifizierten Punktwert des Kitaoka-Scores erreichten die 40 osteotomierten Patienten im Mittel 79 ± 12 Punkte (Median 85 Punkte; 52 - 90 Punkte) und die 20 Patienten mit Arthrodesese erreichten im Durchschnitt 78 ± 10 Punkte (Median 82 Punkte; 50 - 90 Punkte). Nun fand sich kein signifikanter Unterschied in der Bewertung durch diesen modifizierten Kitaoka-Score zwischen beiden Operationsgruppen mehr (Mann-Whitney: $p = 0,3614$).

Die nachfolgende Abbildung zeigt die prozentuale Verteilung der Bewertungen des modifizierten Kitaoka-Scores für die Osteotomie- und Arthrodesefälle. In beiden Operationsgruppen waren jeweils 60% der Fälle zu einem exzellenten Ergebnis gelangt und in jeweils knapp einem Drittel der Fälle war das Ergebnis gut. In der Arthrodesegruppe war der Anteil von Patienten mit befriedigendem Ergebnis (5%) niedriger als in der Osteotomiegruppe, dafür kam es in der Osteotomiegruppe in keinem Fall zu einem schlechten Resultat. Einen signifikanten Unterschied in der Bewertung der neu gebildeten Kitaoka Klassen fand sich nicht.

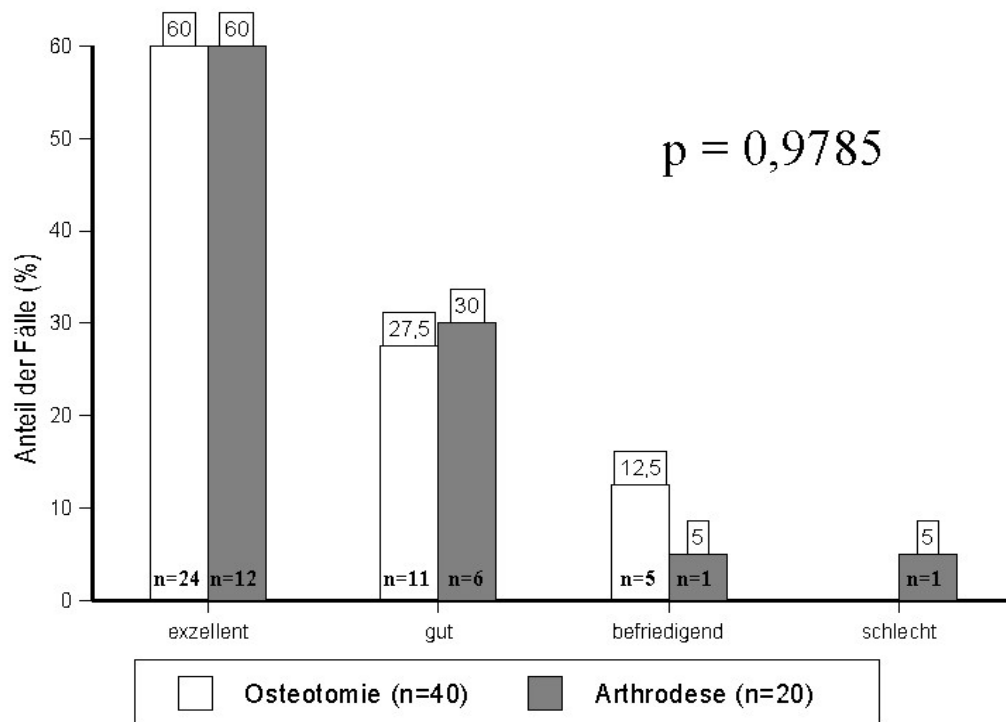


Abbildung 11: Absoluter und relativer Anteil von Operationsfällen mit exzellenten, guten, befriedigenden oder schlechten Operationsergebnissen gemäß des modifizierten Kitaoka-Scores im Vergleich der Patienten mit Osteotomie und Arthrodesse

3.2.3. Subjektive Einschätzung des Operationsergebnisses

In der Gruppe der osteotomierten Patienten waren mehr als zwei Drittel der Befragten mit dem Operationsresultat bei der Nachuntersuchung sehr zufrieden (67,5%), während der entsprechende Anteil bei den Arthrodesefällen mit 60% ein wenig geringer ausfiel. Ähnlich hoch war jeweils der Anteil von Patienten, die zufrieden waren (15% bzw. 20%). Der Anteil der bedingt zufriedenen Patienten lag bei 17,5% in der Osteotomie- und bei 20% in der Arthrodesegruppe. Ein signifikanter Unterschied der Patientenzufriedenheit zwischen beiden Operationsgruppen lag nicht vor (siehe Abbildung 12).

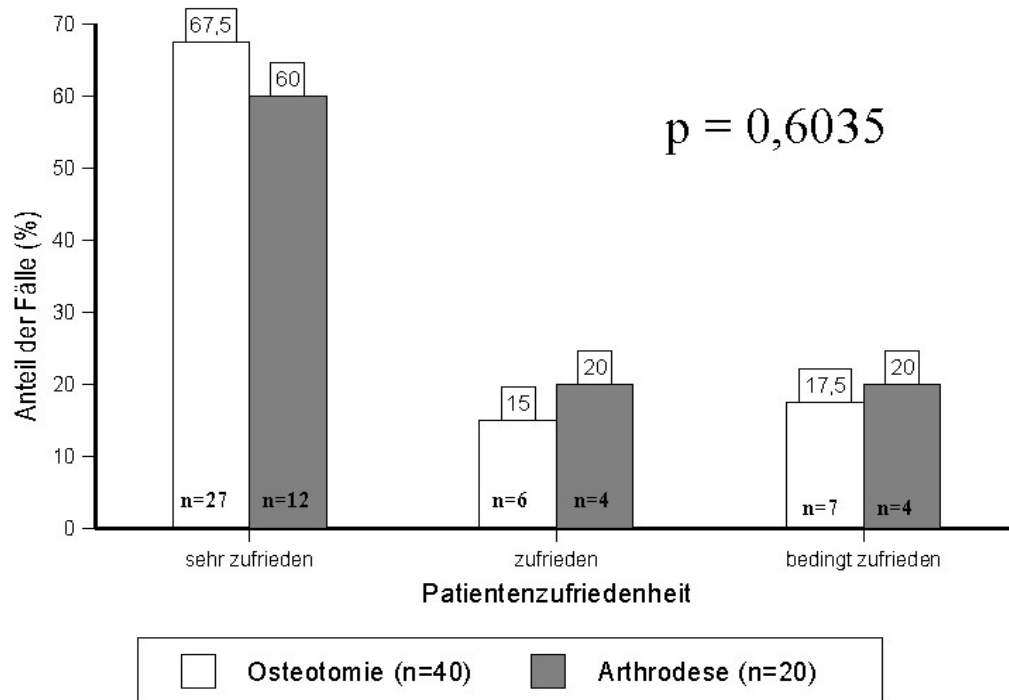


Abbildung 12: Subjektive Einschätzung der Patientenzufriedenheit in der Osteotomie- und der Arthrodessegruppe

3.2.4. Klinischer Gesamteindruck

In die Beurteilung des klinischen Gesamteindrucks flossen sowohl der Funktionszustand als auch die Schmerzsymptomatik sowie das kosmetische Ergebnis ein. Der Anteil von Patienten mit sehr gutem klinischen Gesamteindruck war in beiden Operationsgruppen (Osteotomie 62,5%; Arthrodesse 70%) ähnlich hoch und auch der Anteil guter (27,5% vs. 20%) sowie befriedigender (10% vs. 10%) Resultate war in beiden Gruppen ähnlich. Ein signifikanter Unterschied des klinischen Gesamteindrucks zwischen beiden Operationsgruppen konnte nicht nachgewiesen werden (siehe Abb. 13).

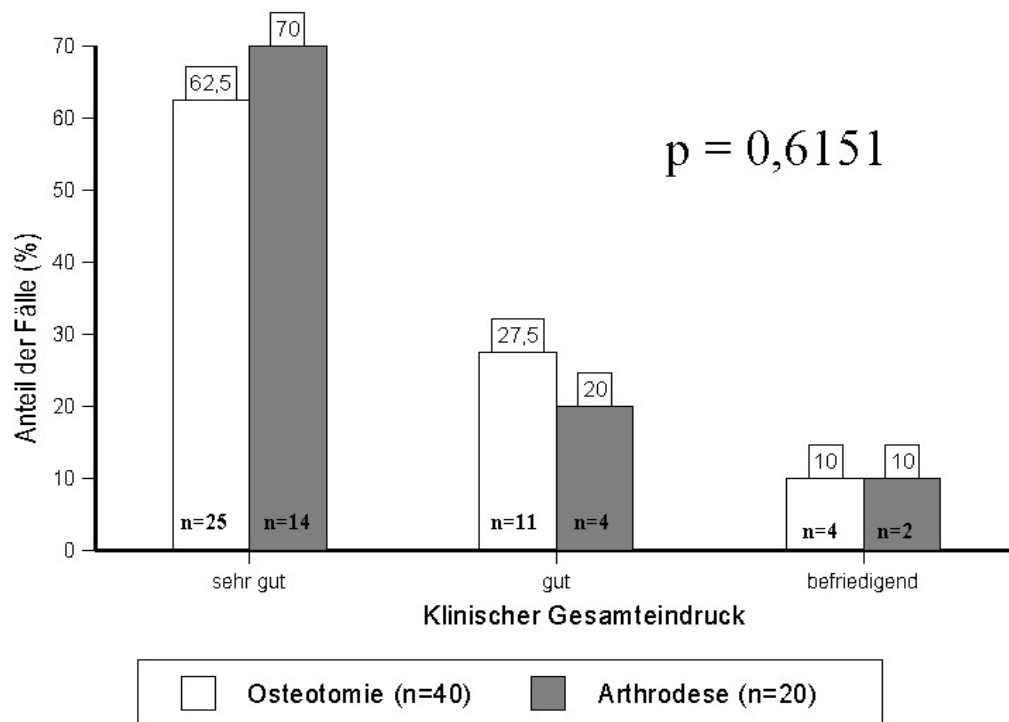


Abbildung 13: Klinischer Gesamteindruck in der Osteotomie- und der Arthrodesegruppe

Die Häufigkeit auffälliger bzw. pathologischer Befunde hinsichtlich Gangbild, Translation, Druckschmerz, Abrollen des Zehes und Zehenhochstand war zwischen den Patienten mit Osteotomie und Arthrodesis nicht signifikant verschieden. Allerdings fiel auf, dass Patienten mit Arthrodesis signifikant häufiger keinen Zehenspitzenstand ausführen konnten als osteotomierte Patienten (35% vs. 12,5%) - siehe Tabelle 3.

Tabelle 3: Klinische Parameter (Gangbild, Zehenspitzenstand, Translation, Druckschmerz, Abrollen des Zehes, Zehenhochstand) im Vergleich der Osteotomie- und Arthrodesegruppe					
	Osteotomie (n=40)		Arthrodesis (n=20)		p-Wert ¹⁾
	N	%	n	%	
<i>Gangbild</i>					
normal	36	90	16	80	0,2460
pathologisch	4	10	4	20	
<i>Zehenspitzenstand</i>					
möglich	35	87,5	13	65,0	0,0459
unmöglich	5	12,5	7	35,0	
<i>Translation²⁾</i>					
Verschiebeschmerz	0	-	0	-	1,000
nicht vorhanden	40	100	20	100	

<i>Druckschmerz über Bursa</i>					0,2460
Druckschmerz	4	10	4	20	
kein Druckschmerz	36	90	16	80	
<i>Abrollen des Zehes</i>					0,5707
möglich	35	87,5	18	90	
unmöglich, pathologisch	5	12,5	2	10	
<i>Zehenhochstand</i>					0,1261
Zehenhochstand	4	10	5	25,0	
normale Zehenposition	36	90	15	75,0	

¹⁾ Chi²- oder Fisher-Exact-Test; ²⁾ Verschiebeschmerz am Gelenk

3.2.5. Komplikationen

Das Spektrum der möglichen Komplikationen ist weit und reicht von Wundinfektionen und Sensibilitätsstörungen über Lockerung des Fixationsmaterials bis zur Ausbildung einer Pseudarthrose.

Einer der Gründe für die Minderung des Gesamteindrucks war eine leichte Gefühlsstörungen im Operationsbereich (ein Fall in der Osteotomiegruppe) und eine Minderung der erreichten Korrektur (drei Fälle in der Osteotomiegruppe).

3.2.6. Bedarf an Schmerzmedikamenten

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung kamen in der Osteotomiegruppe nahezu alle Patienten ohne Schmerzmedikation aus (n=39), während in der Arthrodesegruppe zwei Drittel der Fälle (n=15) keine Schmerzmittel mehr einnehmen mussten. Der eine Patient der Osteotomiegruppe, der bei der Nachuntersuchung noch angab, gelegentlich Schmerzmittel einzunehmen, hatte präoperativ täglich nichtsteroidale Antiphlogistika einnehmen müssen. Trotzdem fand sich hinsichtlich der gelegentlichen Einnahme von Schmerzmedikamenten ein signifikanter Unterschied zu Lasten der Arthrodesegruppe (siehe Abbildung 14).

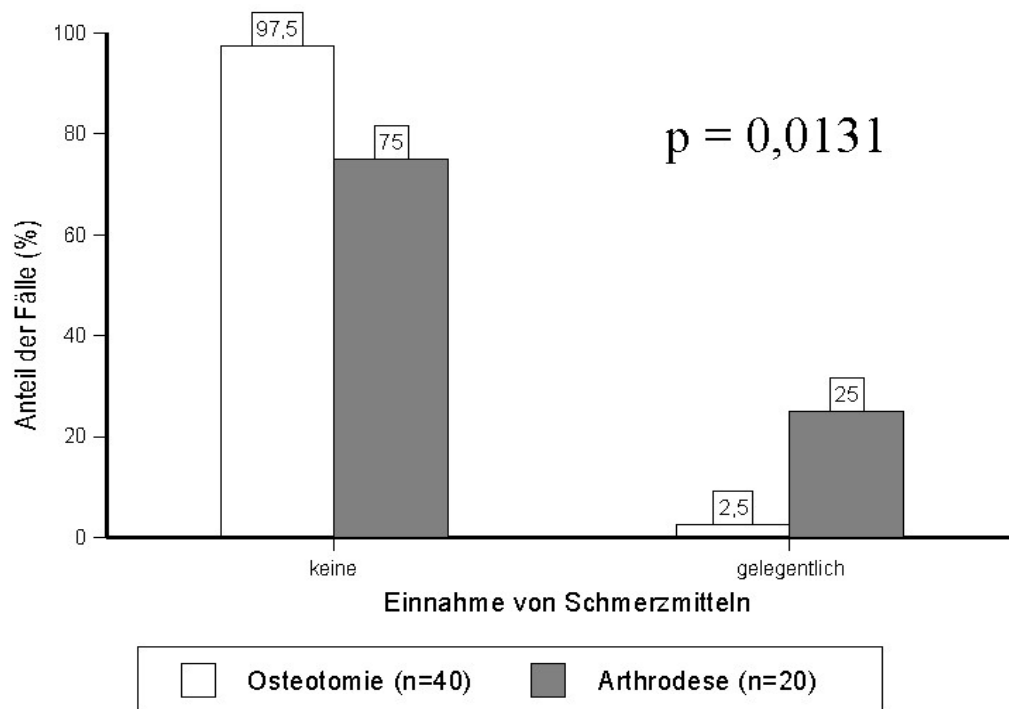


Abbildung 14: Einnahme von Schmerzmitteln bei Nachuntersuchung in der Gruppe mit Osteotomie oder Arthrodesse

Keiner der Patienten war jedoch bei der Nachuntersuchung auf eine regelmäßige Einnahme von Schmerzmitteln angewiesen, sondern wenn eine Einnahme erforderlich war, war sie nur gelegentlich notwendig. In keinem Fall wurden aufgrund von Schmerzen im Zusammenhang mit der operativen Therapie stärkere Analgetika eingenommen.

3.2.7. Radiologische Ergebnisse

3.2.7.1. Hallux valgus Winkel

Der Hallux valgus Winkel unterschied sich präoperativ nicht signifikant zwischen den Patienten in der Osteotomie- und Arthrodessegruppe. In der Osteotomiegruppe reduzierte sich der Hallux valgus Winkel durch den Eingriff von 35,1 auf 8,5 Grad (Korrekturgewinn von 26,6 Grad), während er in der Arthrodessegruppe von 36,5 auf 12,6 Grad gesenkt werden konnte (Korrekturgewinn 23,9 Grad). Die Osteotomiegruppe schnitt hierbei signifikant besser ab. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung war es in

beiden Gruppen wieder zu einer leichten Zunahme der Fehlstellung gekommen, wobei sich die Hallux valgus Winkel nicht zwischen beiden Operationsmethoden signifikant unterschieden. Das postoperative Ergebnis war demnach in der Osteotomiegruppe günstiger als in der Arthrodesegruppe, aber zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung war der Korrekturgewinn in beiden Gruppen gleich hoch (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Hallux valgus Winkel (prä-/postoperativ, bei Nachuntersuchung) im Vergleich der Operationsgruppen (Osteotomie, Arthrodesese)							
	Osteotomie (n=40)			Arthrodesese (n=20)			p-Wert ¹⁾
Zeit	MW \pm SD	Median	Min-Max	MW \pm SD	Median	Min-Max	
präop.	35,1 \pm 6,3	35	24 - 56	36,5 \pm 8,4	35,5	22 - 56	0,6149
postop.	8,5 \pm 3,3	9	0 - 16	12,6 \pm 4,2	12,5	0 - 19	< 0,001
NA	15,9 \pm 6,3	13	7 - 31	15,4 \pm 3,6	16,5	8 - 19	0,9749
p-Wert ²⁾	p < 0,001			p < 0,001			

¹⁾ Vergleich zwischen Osteotomie- und Arthrodesegruppe (Mann-Whitney-Test)

²⁾ Vergleich zwischen den drei Zeitpunkten (präop., postop., Nachuntersuchung) in der jeweiligen Operationsgruppe (Friedman-Test)

3.2.7.2. Intermetatarsalwinkel

Der Intermetatarsalwinkel lag bereits präoperativ in der Osteotomiegruppe signifikant über dem Winkel der Arthrodesegruppe (16,6 \pm 3,4° vs. 13,7 \pm 2,9°). Analog lagen die postoperativen Intermetatarsalwinkel und jene zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gemessenen Intermetatarsalwinkel im Durchschnitt in der Osteotomiegruppe signifikant höher als in der Arthrodesegruppe (10,1 \pm 3,9° vs. 6,7 \pm 2,8°/ bzw. 12,0 \pm 4,2° vs. 7,6 \pm 2,7°). In beiden Operationsgruppen kam es aber zu einer signifikanten Reduktion des Intermetatarsalwinkels, wobei der Korrekturgewinn in der Osteotomiegruppe postoperativ 6,5 Grad und bei der Nachuntersuchung 4,6 Grad betrug, während die korrespondierenden Korrekturgewinne in der Arthrodesegruppe 7 Grad bzw. 6,1 Grad betrugen (siehe Tabelle 5). Insgesamt war der Korrekturgewinn des Intermetatarsalwinkels in der Arthrodesegruppe höher als in der Osteotomiegruppe, deren Ausgangslage aber auch etwas schlechter war. Dieses Ergebnis erstaunt im ersten Moment, da operationstechnisch keine direkte Veränderung vorgenommen wurde, eine Erläuterung der möglichen Ursachen folgt im Kapitel Diskussion.

Tabelle 5: Intermetatarsalwinkel (prä-/postoperativ, bei Nachuntersuchung) im Vergleich der Operationsgruppen (Osteotomie, Arthrodesse)							
	Osteotomie (n=40)			Arthrodesse (n=20)			p-Wert ¹⁾
Zeit	MW \pm SD	Median	Min-Max	MW \pm SD	Median	Min-Max	
präop.	16,6 \pm 3,4	16	8 - 24	13,7 \pm 2,9	14	9 - 19	0,0020
postop.	10,1 \pm 3,9	10	0 - 19	6,7 \pm 2,8	6,5	2 - 12	0,0017
NA	12,0 \pm 4,2	12	4 - 21	7,6 \pm 2,7	8,0	3 - 13	0,0002
p-Wert ²⁾	p < 0,001			p < 0,001			

¹⁾ Vergleich zwischen Osteotomie- und Arthrodesegruppe (Mann-Whitney-Test)

²⁾ Vergleich zwischen den drei Zeitpunkten (präop., postop., Nachuntersuchung) in der jeweiligen Operationsgruppe (Friedman-Test)

3.2.7.3. Interphalangealwinkel

Der Interphalangealwinkel unterschied sich zu keinem der drei Untersuchungszeitpunkte (präoperativ, postoperativ, Nachuntersuchung) signifikant zwischen den Patienten der Osteotomie- und Arthrodesegruppe. Nur in der Osteotomiegruppe, nicht aber bei den Arthrodesepatienten, kam es zu einer signifikanten Reduktion des Interphalangealwinkels über die drei Zeitpunkte hinweg. In der Osteotomiegruppe lag der Korrekturgewinn postoperativ bei 1,1 Grad, bei der Nachuntersuchung betrug er aber im Vergleich zum postoperativen Zeitpunkt nur noch 0,8 Grad. In der Arthrodesegruppe wurde ein Korrekturgewinn von jeweils 0,2 Grad zum präoperativen Zeitpunkt und bei der Nachuntersuchung festgestellt (siehe Tabelle 6).

In keiner der beiden Operationsgruppen hatte der Interphalangealwinkel einen pathologischen Wert aufgewiesen.

Tabelle 6: Interphalangealwinkel (prä-/postoperativ, bei Nachuntersuchung) im Vergleich der Operationsgruppen (Osteotomie, Arthrodesse)							
	Osteotomie (n=40)			Arthrodesse (n=20)			p-Wert ¹⁾
Zeit	MW \pm SD	Median	Min-Max	MW \pm SD	Median	Min-Max	
präop.	6,9 \pm 4,4	6	0 - 18	5,0 \pm 3,0	4,0	0 - 12	0,1011
postop.	5,8 \pm 3,9	6	0 - 16	4,8 \pm 5,0	4,0	0 - 22	0,1560
NA	6,1 \pm 4,2	6	0 - 20	4,6 \pm 3,0	4,0	0 - 10	0,2116
p-Wert ²⁾	P = 0,0133			p = 0,4550			

¹⁾ Vergleich zwischen Osteotomie- und Arthrodesegruppe (Mann-Whitney-Test)

²⁾ Vergleich zwischen den drei Zeitpunkten (präop., postop., Nachuntersuchung) in der jeweiligen Operationsgruppe (Friedman-Test)

3.2.7.4. Sesambeinlage

Die Sesambeinlage, deren Abweichungen in der Klasseneinteilung nach Wetzel/ Appel (1996) erhoben wurde, unterschied sich zu keinem der drei Untersuchungszeitpunkte signifikant zwischen der Osteotomie- und der Arthrodesegruppe (siehe Tabelle 7).

Bezieht man sich auf die Zunahme der Fälle in der Klasse 1, so erkennt man in der Osteotomiegruppe einen Zugewinn von 22 (präoperativ) auf 28 (postoperativ) Fälle und eine leichte Abnahme auf 27 Fälle (Nachuntersuchung), während in der Arthrodesegruppe ein Zugewinn von 7 (präoperativ) auf 13 Fälle (postoperativ) und eine weitere Zunahme auf 17 Fälle (Nachuntersuchung) zu verzeichnen war.

Tabelle 7: Medialisierung des 1. Mittelfußköpfchens in der Klassifikation nach Wetzel/ Appel et al. (1996) in beiden Operationsgruppen (Osteotomie versus Arthrodesese)					
Medialisierung ²⁾	Osteotomie (n=40)		Arthrodesese (n=20)		p- Wert ¹⁾
	N	%	n	%	
präoperativer Zeitpunkt					
Klasse 1	22	55,0	7	35,0	0,0951
Klasse 2	15	37,5	9	45,0	
Klasse 3	3	7,5	4	20,0	
postoperativer Zeitpunkt					
Klasse 1	28	70,0	13	65,0	0,7142
Klasse 2	10	25,0	6	30,0	
Klasse 3	2	5,0	1	5,0	
Nachuntersuchung					
Klasse 1	27	67,5	17	85,0	0,1372
Klasse 2	11	27,5	3	15,0	
Klasse 3	2	5,0	-	-	

¹⁾ Signifikanzprüfung zwischen beiden Gruppen (Mann-Whitney-Test)

²⁾ Die 1. Ziffer bezieht sich auf die Position des lateralen Sesambeins, dessen Bezugslinie die laterale Kortikalis des 1. Metatarsale bildet. Die 2. Ziffer bezieht sich auf die Position des medialen Sesambeins, dessen Bezugslinie durch das Köpfchen und die Basis des Metatarsale 1 verläuft. Eine regelrechte Lage beider Sesambeine wird mit 0/0 angegeben. Übertagt das laterale Sesambein seine Bezugslinie um weniger als 50%, wird die Position mit 1/0 angegeben. Die Klassifikation 2/1 wird verwendet, wenn das laterale Sesambein die laterale Kortikalis um mehr als 50% und das mediale Sesambein seine Bezugslinie um weniger als 50% übertagt. Bei einer Position beider Sesambeine ausserhalb ihrer Bezugslinie wird die Klasse 3/3 verwendet, dabei ist die Subluxation des Mittelfussköpfchens aus dem Sesambeinkomplex nach medial gegeben. Es werden drei Klassen gebildet. Klasse 1 (0/0 bis 1/1), Klasse 2 (2/0 bis 2/2) und Klasse 3 (2/3 bis 3/3) (vgl. hierzu auch Abbildung 7).

3.2.7.5. Proximaler Artikulationswinkel (PASA)

Der PASA wurde zu allen drei Untersuchungszeitpunkten nur in der Osteotomiegruppe erhoben, da er aus operationstechnischen Gründen in der Arthrodesegruppe nicht ermittelt werden kann.

Zum präoperativen Zeitpunkt betrug der PASA der osteotomierten Fälle im Durchschnitt $11,3 \pm 2,8$ Grad (Median 11 Grad; 6 - 19 Grad) und fiel zum postoperativen Zeitpunkt auf $6,5 \pm 2,8$ Grad (Median 6 Grad; 2 - 15 Grad) ab. Bei der Nachuntersuchung lag der PASA bei $6,6 \pm 2,6$ Grad (Median 6,5 Grad; 2 - 12 Grad). Der PASA der osteotomierten Patienten sank vom präoperativen zum postoperativen Zeitpunkt signifikant ab ($p < 0,0001$), veränderte sich jedoch vom postoperativen Zeitpunkt bis zur Nachuntersuchung nicht mehr signifikant ($p = 0,2684$).

3.2.7.6. Distaler Artikulationswinkel (DASA)

Der distale Artikulationswinkel, der ebenfalls nur in der Osteotomiegruppe bestimmt wurde, lag präoperativ bei 16,9 Grad und halbierte sich nahezu zum postoperativen Zeitpunkt. Bei der Nachuntersuchung war der DASA in der Osteotomiegruppe signifikant (jedoch nur geringgradig) angestiegen (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Distaler Artikulationswinkel (DASA) zu den Zeitpunkten prä- und postoperativ sowie der Nachuntersuchung in der Osteotomiegruppe (n=40)			
Zeitpunkt	MW + SD	Median	Min. - Max.
Präoperativ	$16,9 \pm 7,4$	17	3 - 30
postoperativ	$7,1 \pm 3,3$	7,5	0 - 16
Nachuntersuchung	$7,8 \pm 3,0$	8	3 - 16
p-Wert ¹⁾	$p < 0,001$		

¹⁾ Vergleich zwischen den drei Zeitpunkten (präop., postop., Nachuntersuchung) (Friedman-Test)

3.2.7.7. Position des Metatarsophalangealgelenks

Die Position des Metatarsophalangealgelenks, welches präoperativ in der Osteotomie- und Arthrodesegruppe nicht signifikant verschieden häufig physiologisch, inkongruent oder subluxiert war, veränderte sich durch den Eingriff in beiden Operationsgruppen in einen physiologischen Zustand. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt jedoch war die Position des Metatarsophalangealgelenks in 20% der osteotomierten Fälle inkongruent. In allen Fällen der Arthrodesegruppe war die Position im Metatarsophalangealgelenk fixiert. Aufgrund der fixierten Position fiel dieser Punkt signifikant zugunsten der Arthrodesegruppe aus (siehe Tabelle 9).

Tabelle 9: Position des Metatarsophalangealgelenks zu den drei Beobachtungszeitpunkten in den Operationsgruppen (Osteotomie versus Arthrodesese)					
Position	Osteotomie (n=40)		Arthrodesese (n=20)		p-Wert ¹⁾
	n	%	n	%	
präoperativer Zeitpunkt					
physiologisch	13	32,5	3	15,0	0,2793
Inkongruenz	17	42,5	9	45,0	
Subluxation	10	25,0	8	40,0	
postoperativer Zeitpunkt					
physiologisch	40	100	20	100	nicht signifikant
Inkongruenz	-	-	-	-	
Subluxation	-	-	-	-	
Nachuntersuchung					
physiologisch	32	80,0	20	100	0,03
Inkongruenz	8	20,0	-	-	
Subluxation	-	-	-	-	

¹⁾ Signifikanzprüfung zwischen beiden Gruppen (Chi²- oder Fisher-Exact-Test)

3.2.7.8. Arthrosegrad präoperativ

Der Arthrosegrad wurde nur zum präoperativen Zeitpunkt in beiden Operationsgruppen erhoben. Dabei zeigte sich eine deutlich schwerere Arthrose bei den Fällen, die einer Arthrodesese unterzogen wurden. Während osteotomierte Fälle fast keinen Arthrosegrad 3 (Zysten-/Osteophytenbildung) aufwiesen, waren mehr als die Hälfte der Arthrodesefälle damit vorbelastet (2,5% vs. 55%). Auch der Arthrosegrade 2 (subchondrale Skle-

rose) fand sich bei den Arthrodesepatienten wesentlich häufiger als bei den Patienten, die osteotomiert wurden (45% vs. 25%). In der Osteotomiegruppe hatte fast die Hälfte der Patienten keine Arthrosezeichen und ein weiteres Viertel Arthrose des Grades 1 (Gelenkspaltverschmälerung). Diese beiden Arthrosegrade kamen bei den Arthrodesepatienten gar nicht vor. Der Unterschied der Arthrosegrade zwischen beiden Operationsgruppen war statistisch signifikant (siehe Abbildung 15).

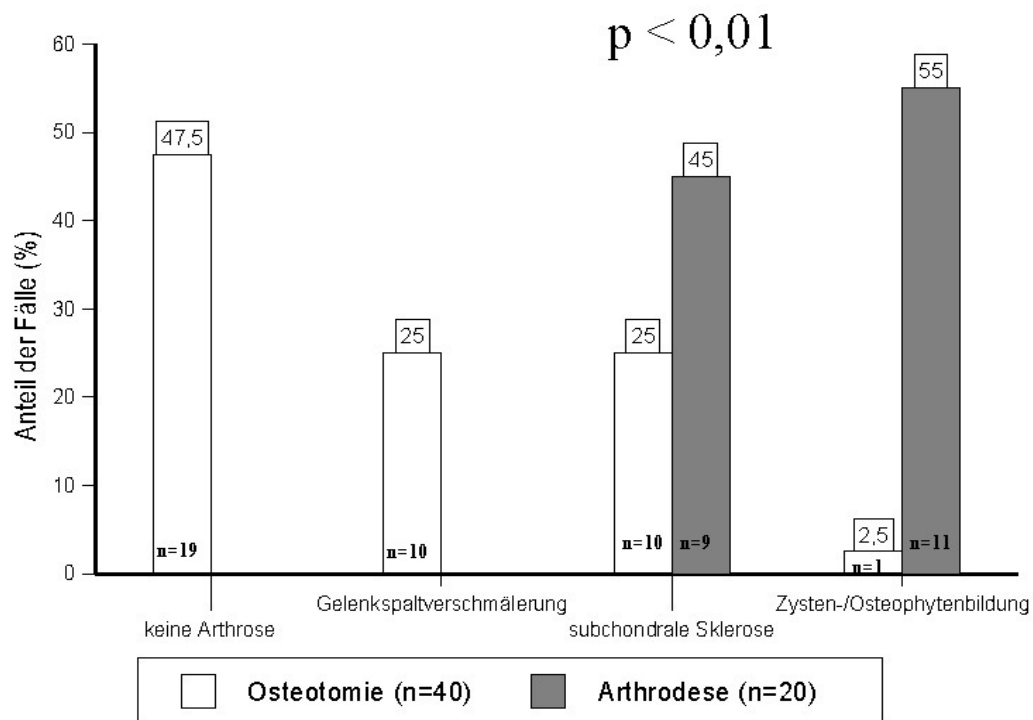


Abbildung 15: Bewertung des Arthrosegrades zum präoperativen Zeitpunkt in beiden Operationsgruppen (Osteotomie, Arthrodesis)

3.2.7.9. Exostose

Zur Ermittlung der Größe der Exostose wurde eine Verlängerungslinie an der Kortikalis des Metatarsale 1 Schaftes angelegt und das Ausmaß der Deformität in Bezug zum Metatarsale 1-Köpfchen in Prozent angegeben (siehe Abbildung 8). Diese Messung wurde nur in der Osteotomiegruppe zu allen drei Untersuchungszeitpunkten vorgenommen, in der Arthrodesisgruppe war dies nicht möglich.

Präoperativ war die Exostose in der Osteotomiegruppe signifikant größer als in der Arthrodesegruppe (18,4% versus 15,3%). Nach der Operation sank die Exostose in der Osteotomiegruppe ab und stieg danach wieder leicht an, ohne jedoch den präoperativen Wert zu erreichen (siehe Tabelle 10).

Tabelle 10: Exostose (%) zu den Zeitpunkten prä- und postoperativ sowie der Nachuntersuchung in der Osteotomiegruppe und präoperativ in der Arthrodesegruppe							
	Osteotomie (n=40)			Arthrodesese (n=20)			p-Wert ¹⁾
Zeit	MW \pm SD	Median	Min-Max	MW \pm SD	Median	Min-Max	
präop.	18,4 \pm 3,8	18	12 - 26	15,3 \pm 2,1	15	12 - 20	0,0015
postop.	14,6 \pm 3,4	14	8 - 21	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	-
NA	15,0 \pm 3,8	15	4 - 22	bestimmt	bestimmt	bestimmt	-
p-Wert ²⁾	p < 0,001						

¹⁾ Vergleich zwischen Osteotomie- und Arthrodesegruppe (Mann-Whitney-Test)

²⁾ Vergleich zwischen den drei Zeitpunkten (präop., postop., Nachuntersuchung) in der jeweiligen Operationsgruppe (Friedman-Test)

3.3. Vergleich des modifizierten Kitaoka-Scores mit subjektiven und radiologischen Parametern

Im Folgenden wird der Zusammenhang der Bewertung des modifizierten Kitaoka-Scores mit subjektiven und radiologischen Parametern untersucht. Es wurde deshalb die neue Klasseneinteilung (exzellent bis schlecht) des modifizierten Kitaoka-Scores verwendet, weil die Auswertung der Kapitel 3.2.1.-3.2.2. zeigte, dass der Kitaoka-Score sich dann nicht zwischen der Osteotomie- und Arthrodesegruppe unterscheidet, wenn die in der Arthrodesegruppe fehlende Gelenkbeweglichkeit aus der Scoreermittlung herausgenommen wird. Würde im folgenden der nicht modifizierte, originale Kitaoka-Score verwendet werden, würde sich ein methodischer Rechenfehler zu Lasten der Arthrodesegruppe ergeben.

3.3.1. Subjektive Parameter

Ein positiver, klinischer Gesamteindruck stimmte mit der Bewertung des modifizierten Kitaoka-Scores sowohl in der Osteotomie- als auch der Arthrodesegruppe weitestgehend überein. In der Osteotomiegruppe wurden 25 Fälle als "sehr gut" bewertet und von diesen Fällen wurden 88% auch im modifizierten Kitaoka-Score als exzellent angesehen. Lediglich 12% dieser 25 Fälle wurden als gut im Kitaoka-Score bewertet. War der klinische Gesamteindruck "gut" oder "befriedigend", sank jedoch die Übereinstimmung mit dem Kitaoka-Score, da im ersteren Falle nur noch 45,5% ebenfalls als gut bzw. im zweiten Falle die klinisch als befriedigend betrachteten Fälle im Score sogar besser (nämlich zu 75% als "gut") bewertet wurden.

Die Übereinstimmung der jeweiligen Bewertungen sind in der nachfolgenden Tabelle blau markiert. Es zeigt sich in der 40 Fälle umfassenden Osteotomiegruppe, dass 28 Fälle (70%) sowohl beim klinischen Gesamteindruck als auch beim Kitaoka-Score identisch waren, während in 7 Fällen (17,5%) der klinische Gesamteindruck positiver als das Bewertungsergebnis im Kitaoka-Score ausfiel (rot markierte Zahlen). Bei 6 Fällen (12,5%) fiel die Bewertung des Behandlungsergebnisses im modifizierten Kitaoka-Score positiver aus als es der Einschätzung im klinischen Gesamteindruck entsprochen hätte. Somit ist die Übereinstimmung zwischen dem klinischen Gesamteindruck und dem modifizierten Kitaoka-Score nur dann ausreichend hoch, wenn der Gesamteindruck als sehr gut bewertet wird.

Tabelle 11: Klinischer Gesamteindruck im Vergleich zum modifizierten Kitaoka-Score in beiden Operationsgruppen (Osteotomie, Arthrodesen)								
klinischer Gesamteindruck	Bewertung im modifizierten Kitaoka-Score							
	exzellent (81-90 Pkt.)		gut (61-80 Pkt.)		befriedigend (51-60 Pkt.)		schlecht (≤ 50 Punkte)	
	n	%	N	%	n	%	n	%
Osteotomiegruppe (n=40)								
sehr gut	22	88,0	3	12	-	-	-	-
gut	2	18,2	5	45,5	4	36,4	-	-
befriedigend	-	-	3	75,0	1	25,0	-	-
Arthrodesegruppe (n=20)								
sehr gut	12	85,8	1	7,1	1	7,1	-	-
gut	-	-	4	100	-	-	-	-
befriedigend	-	-	1	50,0	-	-	1	50,0

rot markiert = die Einschätzung des modifizierten Kitaoka-Scores ist schlechter als jene des klinischen Gesamteindrucks; **blau markiert** = die Einschätzung des modifizierten Kitaoka-Scores entspricht derjenigen des klinischen Gesamteindrucks; **grün markiert** = die Einschätzung des modifizierten Kitaoka-Scores liegt über der Einschätzung des klinischen Gesamteindrucks

War die Patientenzufriedenheit "sehr gut", fiel auch die Bewertung im modifizierten Kitaoka-Score sowohl in der Osteotomiegruppe (77,8%) als auch der Arthrodesegruppe (83,4%) "exzellent" aus. In der Osteotomiegruppe (22,2%) und der Arthrodesegruppe (16,6%) fiel bei Patienten, die mit dem Behandlungsergebnis sehr zufrieden waren, jedoch die Kitaoka-Score-Bewertung schlechter aus (gut bis befriedigend).

Wurde die Patientenzufriedenheit nur noch als "gut" bewertet, sank die Übereinstimmung mit dem Kitaoka-Score deutlich, wobei der Score-Wert jeweils in der Hälfte dieser Fälle (sowohl in der Osteotomie- als auch der Arthrodesegruppe) eine bessere Einschätzung zeigte (nämlich "exzellent") als es der Patientenzufriedenheit entsprochen hätte.

Betrachtet man die Übereinstimmung der Ergebnisse beider Einschätzungsmöglichkeiten in beiden Operationsgruppen (blau markierte Zahlen in der nachfolgenden Tabelle), so stimmten 26 Fälle (65%) in der Osteotomiegruppe und 12 Fälle (60%) in der Arthrodesegruppe überein. Bei 8 Fällen (20%) in der Osteotomiegruppe bzw. 3 Fällen (15%) in der Arthrodesegruppe lag die Einschätzung des Kitaoka-Scores unter der korrespondierenden Patientenzufriedenheit (rot markierte Zahlen), während bei 7 Fällen (15%) der Osteotomiegruppe und 5 Fällen (25%) der Arthrodesegruppe der

Kitaoka-Score positiver ausfiel als die Patientenzufriedenheit. Der modifizierte Kitaoka-Score stimmt demnach mit der Patientenzufriedenheit nur dann relativ gut überein, wenn die Patientenzufriedenheit sehr gut ist. Sinkt die Patientenzufriedenheit, nimmt auch die Übereinstimmung mit der Bewertung des Kitaoka-Scores deutlich ab.

Tabelle 12: Patientenzufriedenheit im Vergleich zum modifizierten Kitaoka-Score in beiden Operationsgruppen (Osteotomie, Arthrodesse)								
Patientenzufriedenheit	Bewertung im modifizierten Kitaoka-Score							
	exzellent (81-90 Pkt.)		gut (61-80 Pkt.)		befriedigend (51-60 Pkt.)		schlecht (≤ 50 Punkte)	
	n	%	N	%	n	%	n	%
Osteotomiegruppe								
sehr gut	21	77,8	5	18,5	1	3,7	-	-
gut	3	50,0	2	33,3	1	16,7	-	-
befriedigend	-	-	4	57,1	3	42,9	-	-
Arthrodesegruppe								
sehr gut	10	83,4	1	8,3	1	8,3	-	-
gut	2	50,0	2	50,0	-	-	-	-
befriedigend	-	-	3	75,0	-	-	1	25,0

rot markiert = die Einschätzung des modifizierten Kitaoka-Scores ist schlechter als jene der Patientenzufriedenheit; **blau markiert** = die Einschätzung des modifizierten Kitaoka-Scores entspricht der Patientenzufriedenheit; **grün markiert** = die Einschätzung des modifizierten Kitaoka-Scores liegt über der Patientenzufriedenheit

3.3.2. Relation radiologischer Parameter mit der Bewertung des modifizierten Kitaoka-Scores

3.3.2.1. Hallux Valgus Winkel

Um herauszuarbeiten, ob die Größe des Hallux Valgus Winkels zum präoperativen Zeitpunkt eine Vorhersage auf den Behandlungserfolg (bewertet mit der Klassifizierung des modifizierten Kitaoka-Scores) erlaubt, wurden die Winkelangaben in beiden Operationsgruppen zwischen den Bewertungsstufen verglichen. Es fand sich weder zum präoperativen noch zum postoperativen Zeitpunkt und auch nicht bei der Nachuntersuchung ein signifikanter Unterschied des Hallux Valgus Winkels zwischen den drei bzw. vier Bewertungsstufen des Kitaoka-Scores (siehe Tabelle 13).

Es war auch nicht tendenziell abzuleiten, dass ein größerer Hallux valgus Winkel mit einer schlechteren Therapiebewertung bei der Nachuntersuchung verbunden war.

Tabelle 13: Vergleich des Hallux Valgus Winkels (präoperativ, postoperativ, Nachuntersuchung) in Abhängigkeit von der Bewertung des modifizierten Kitaoka-Scores bei Nachuntersuchung; geordnet nach Operationsgruppe (Osteotomie, Arthrodesese)									
Bewertung des modif. Kitaoka	Untersuchungszeitpunkt des Hallux Valgus Winkels								
	präoperativ			Postoperativ			Nachuntersuchung		
	MW \pm SD	Med	Mi-Ma	MW \pm SD	Med	Mi-Ma	MW \pm SD	Med	Mi-Ma
Osteotomiegruppe									
exzellent	34,6 \pm 5,4	34	24 - 45	8,4 \pm 3,6	8,5	0 - 16	14,0 \pm 5,8	12	7 - 27
gut	37,3 \pm 8,0	36	26 - 56	8,3 \pm 3,2	9,0	0 - 12	19,6 \pm 6,5	21	10 - 31
befriedigend	32,4 \pm 6,2	34	26 - 40	9,6 \pm 2,3	10	6 - 12	17,4 \pm 5,6	21	11 - 22
ungenügend	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p-Wert ¹⁾	0,4575			0,5974			0,0858		
Arthrodesegruppe									
exzellent	38,1 \pm 9,3	38	26 - 56	13,5 \pm 3,0	12,5	10 - 19	15,2 \pm 4,0	17	8 - 19
gut	35,5 \pm 5,7	34,5	28 - 44	12,5 \pm 3,7	12	8 - 17	17,1 \pm 2,1	17,5	14 - 19
befriedigend	22	-	-	0	-	-	10	-	-
ungenügend	37	-	-	14	-	-	12	-	-
p-Wert ¹⁾	0,4066			0,3582			0,2570		

¹⁾ Signifikanzprüfung des Hallux Valgus Winkels zwischen den vier Bewertungsstufen des Kitaoka-Scores zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt (Kruskal-Wallis-Test)

3.3.2.2. Intermetatarsalwinkel

Es wurde ebenfalls versucht, herauszufinden, ob die Größe des Intermetatarsalwinkels zum präoperativen Zeitpunkt eine Vorhersage auf den Behandlungserfolg (bewertet mit der Klassifizierung des modifizierten Kitaoka-Scores) ermöglichte. Es fand sich aber weder zum präoperativen noch zum postoperativen Zeitpunkt und auch nicht bei der Nachuntersuchung ein signifikanter Unterschied des Intermetatarsalwinkels zwischen den drei bzw. vier Bewertungsstufen des Kitaoka-Scores (siehe Tabelle 14). Somit hatte auch der Umfang dieses Winkels präoperativ keinen Einfluss auf den Therapieerfolg und zwar weder in der Osteotomie- noch in der Arthrodesegruppe.

Tabelle 14: Vergleich des Intermetatarsalwinkels (präoperativ, postoperativ, Nachuntersuchung) in Abhängigkeit von der Bewertung des modifizierten Kitaoka-Scores bei Nachuntersuchung; geordnet nach Operationsgruppe (Osteotomie, Arthrodesese)									
Bewertung des modif. Kitaoka	Untersuchungszeitpunkt des Intermetatarsalwinkels								
	Präoperativ			Postoperativ			Nachuntersuchung		
	MW \pm SD	Med	Mi-Ma	MW \pm SD	Med	Mi-Ma	MW \pm SD	Med	Mi-Ma
Osteotomiegruppe									
exzellent	17,1 \pm 2,8	18	10 - 24	11,0 \pm 3,3	10	6 - 19	13,1 \pm 3,7	12,5	8 - 21
gut	16,3 \pm 3,9	16	10 - 22	9,2 \pm 5,1	8	0 - 18	11,0 \pm 5,1	10	4 - 20
befriedigend	14,2 \pm 4,2	16	8 - 19	7,2 \pm 3,0	6	4 - 12	9,4 \pm 3,8	8	6 - 14
ungenügend	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p-Wert ¹⁾	0,3386			0,0714			0,1165		
Arthrodesegruppe									
exzellent	14,1 \pm 3,1	14	9 - 19	6,8 \pm 3,1	6	2 - 12	8,3 \pm 2,9	8	3 - 13
gut	14,0 \pm 2,6	13,5	11 - 18	5,8 \pm 2,4	6,5	2 - 8	6,0 \pm 2,4	5,5	4 - 10
befriedigend	10	-	-	10	-	-	9	-	-
ungenügend	10	-	-	9	-	-	8	-	-
p-Wert ¹⁾	0,3028			0,3685			0,2818		

¹⁾ Signifikanzprüfung des Intermetatarsalwinkels zwischen den vier Bewertungsstufen des Kitaoka-Scores zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt (Kruskal-Wallis-Test)

3.3.2.3. Interphalangealwinkel

Es stellte sich die Frage, ob die Größe des präoperativ gemessenen Interphalangealwinkel einen Einfluss auf den Behandlungserfolg (bewertet mit der Klassifizierung des modifizierten Kitaoka-Scores) hatte. Es fand sich jedoch weder zum präoperativen noch zum postoperativen Zeitpunkt und auch nicht bei der Nachuntersuchung ein signifikanter Unterschied des Interphalangealwinkels zwischen den drei bzw. vier Bewertungsstufen des Kitaoka-Scores (siehe Tabelle 15). Es war allerdings tendenziell in der Osteotomiegruppe erkennbar, dass das Therapieergebnis desto besser schien, je größer der präoperative Interphalangealwinkel war. Wurde das Therapieergebnis als exzellent oder gut bewertet, lag der präoperative Winkel im Mittel bei 7,2 Grad bzw. 8 Grad, wurde es als befriedigend bewertet, betrug er präoperativ nur bei 3,2 Grad. Ein analoges Resultat fand sich jedoch in der Arthrodesegruppe nicht. Es muss betont werden, dass die tendenzielle Entwicklung des präoperativen Interphalangealwinkels in der Osteotomiegruppe gerade in der Bewertungsrubrik "befriedigend" lediglich auf sehr wenigen Patienten beruht und damit zufällig sein kann.

Tabelle 15: Vergleich des Interphalangealwinkels (präoperativ, postoperativ, Nachuntersuchung) in Abhängigkeit von der Bewertung des modifizierten Kitaoka-Scores bei Nachuntersuchung; geordnet nach Operationsgruppe (Osteotomie, Arthrodesese)									
Bewertung des modif. Kitaoka	Untersuchungszeitpunkt des Interphalangealwinkels								
	präoperativ			Postoperativ			Nachuntersuchung		
	MW \pm SD	Med	Mi-Ma	MW \pm SD	Med	Mi-Ma	MW \pm SD	Med	Mi-Ma
Osteotomiegruppe									
Exzellent	7,2 \pm 4,4	7	0 - 18	5,5 \pm 4,0	6	0 - 14	6,4 \pm 4,8	6	0 - 20
gut	8,0 \pm 4,4	8	2 - 16	6,2 \pm 2,6	6	2 - 10	6,1 \pm 2,7	6	2 - 10
befriedigend	3,2 \pm 3,0	2	0 - 8	6,4 \pm 6,7	8	0 - 16	4,4 \pm 4,6	4	0 - 10
ungenügend	-			-			-		
p-Wert ¹⁾	0,0915			0,7254			0,7238		
Arthrodesegruppe									
Exzellent	4,3 \pm 3,0	4	0 - 10	4,7 \pm 6,2	3	0 - 22	4,0 \pm 3,0	3,5	0 - 10
gut	5,3 \pm 1,6	5	4 - 8	4,3 \pm 2,4	5	0 - 6	5,5 \pm 3,3	6	0 - 10
befriedigend	12			10			8		
ungenügend	4			4			4		
p-Wert ¹⁾	0,3072			0,4674			0,4317		

¹⁾ Signifikanzprüfung des Interphalangealwinkels zwischen den vier Bewertungsstufen des Kitaoka-Scores zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt (Kruskal-Wallis-Test)

3.3.2.4. Exostose, PASA und DASA

Es stellte sich die Frage, ob die Exostose, der proximale (PASA) oder der distale (DASA) Artikulationswinkel einen Einfluss auf den Behandlungserfolg (bewertet mit der Klassifizierung des modifizierten Kitaoka-Scores) hatte. Es fand sich jedoch bei keinem der drei Parameter zum präoperativen Untersuchungszeitpunkt ein signifikanter Unterschied zwischen den drei bzw. vier Bewertungsstufen des Kitaoka-Scores (siehe Tabelle 16).

Somit hing die Bewertung des Behandlungserfolges auch nicht von der präoperativ ermittelten Größe der Exostose, dem PASA oder DASA ab.

Tabelle 16: Vergleich der präoperativ erhobenen Parameter Exostose (%), proximaler und distaler Artikulationswinkel (PASA bzw. DASA in Grad) in Relation zur Bewertung des modifizierten Kitaoka-Scores bei der Nachuntersuchung in der Osteotomiegruppe.

Bewertung des modif. Kitaoka	erhobene Parameter (präoperativ)								
	Exostose			PASA			DASA		
	MW \pm SD	Med	Mi-Ma	MW \pm SD	Med	Mi-Ma	MW \pm SD	Med	Mi-Ma
Osteotomiegruppe									
Exzellent	18 \pm 3	18	12 - 26	11,0 \pm 2,1	11	6 - 15	16,2 \pm 7,2	17	3 - 28
gut	17 \pm 4	18	12 - 22	11,8 \pm 3,1	12	6 - 18	19,0 \pm 8,1	20	6 - 30
befriedigend	19 \pm 6	19,5	13 - 26	12,2 \pm 4,6	12	7 - 19	15,4 \pm 7,1	15	8 - 26
ungenügend	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p-Wert ¹⁾	0,5873			0,7126			0,5357		

¹⁾ Signifikanzprüfung des jeweiligen Parameters zwischen den vier Bewertungsstufen des Kitaoka-Scores zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt (Kruskal-Wallis-Test)

4. Diskussion

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden 55 Patienten mit einer operativen Korrektur eines Hallux valgus nachuntersucht. Bei fünf dieser Patienten war eine beidseitige Operation durchgeführt worden. Es handelte sich um acht Männer und 47 Frauen. 36 Patienten, zwei Männer und 34 Frauen, wurden einer Osteotomie unterzogen. 19 Patienten, sechs Männer und 13 Frauen, erhielten als Versorgung eine Arthrodesse. Der Arthrosegrad der Patienten war naturgemäß in der Gruppe, die mit Arthrodesse behandelt wurde, signifikant schwerer als in der Osteotomiegruppe. Das Alter der Patienten betrug im Mittel 58 Jahre (Median 62 Jahre). In der Osteotomiegruppe waren signifikant weniger Männer und mehr Frauen als in der Arthrodessegruppe vorhanden. Allerdings unterschieden sich beide Operationsgruppen weder signifikant bezüglich des Alters bei Operation noch des Körpergewichtes, der Größe oder des Body Mass Indexes. Vergleicht man die Alters- und Geschlechtsverteilung der eigenen Patienten mit jenen aus der Literatur, so zeigen sich weitgehende Übereinstimmungen.

Die Arthrodessegruppe der Studie von Kitaoka (1998) bestand aus sieben Frauen und einem Mann mit einem mittleren Alter von 63 Jahren. Monteleone (2003) behandelten 18 Frauen und acht Männer mit Hallux valgus mittels Osteotomie. Jones (2004) berichteten über drei Männer und 21 Frauen mit einem mittleren Alter von 46 Jahren, die mittels Osteotomie behandelt wurden. In der Studie von Rink-Brüne (2004) wurden 103 Frauen und drei Männer mit Hallux valgus mittels Arthrodesse behandelt, wobei das mittlere Alter bei 49,7 Jahren lag. Cronin (2006) berichteten über in ihrer Studie über 20 weibliche Patienten, deren durchschnittliches Alter 54,2 Jahre betrug. 11 der 16 Patienten der Studie von Coughlin (2005) waren weiblich, der Rest männlich, ihr mittleres Alter betrug 71 Jahre. 94% der 878 Hallux valgus Patienten der Studie von Coughlin (1999) waren weiblich und das mittlere Alter der Patienten betrug 26 Jahre. Damit ist die Studie von Coughlin (1999), die sehr junge Patienten beinhaltete, nicht vergleichbar mit den anderen Studien. Das mittlere Alter der 59 Patienten der Studie von Trnka (1999) betrug 30 Jahre. Hier handelte es sich um zwei Männer und 57 Frauen. Auch in der Studie von Wetzel (1996) überwogen die Frauen (74 Frauen, acht Männer). Das Durchschnittsalter der Patienten zum Operationszeitpunkt lag bei 43 Jahren. Auch Zembsch (1998) hatten in ihrem Patientenkollektiv sehr junge Patienten

mit einem Durchschnittsalter von 26 Jahren. Allerdings wurden in diese Studie gemäß der Einschlusskriterien auch nur Patienten im Alter unter 40 Jahren aufgenommen. Fuhrmann (2005) behandelten 56 Patienten mit einer Arthrodesse des ersten Tarsometatarsalgelenkes, wobei die Betroffenen zum Operationszeitpunkt durchschnittlich 51,1 Jahre alt waren.

Insgesamt zeigen alle Hallux valgus-Studien, dass Frauen deutlich häufiger von der Deformität betroffen sind als Männer. Eine Ursache hierfür könnte darin liegen, dass die Schuhmode einen großen Einfluss auf das Auftreten von Hallux valgus-Deformitäten besitzt (Kato und Watanabe 1981, Trnka und Hofstätter 2005). Vor der Einführung der westlichen Schuhmode wurden in Japan keine Hallux valgus-Operationen durchgeführt. Sim-Fook und Hodgson (1958) haben festgestellt, dass die schuhetragenden Einwohner von Hongkong zu 33% und die barfußlaufenden Einwohner der Stadt zu 1,9% eine Hallux valgus-Deformität aufwiesen. Enges und unphysiologisches Schuhwerk wird aber eher von Frauen als von Männern getragen. Frauen, die modische Schuhe mit hohen Absätzen bevorzugen, welche meist vorne spitz zulaufen, sind also die vorwiegend betroffene Risikogruppe für die Entwicklung eines Hallux valgus.

Im Rahmen der eigenen Studie wurde die statistische Auswertung mit dem Programm der Firma SPSS durchgeführt. Der Operationserfolg wurde mit dem Score nach Kitaoka beurteilt. Insgesamt gingen bei den 55 Patienten 60 Operationsfälle in die Auswertung ein, da fünf Patienten beidseitig operiert worden waren. Der Punktwert nach Kitaoka lag zum Nachuntersuchungszeitpunkt in der osteotomierten Gruppe bei 87 Punkten. Die Patienten, die eine Arthrodesse erhalten hatten, wiesen im Mittel 78 Punkte auf. Der Unterschied war signifikant. Da jedoch in den Kitaoka-Score der Bewegungsumfang im Metatarsophalangealgelenk mit einfließt und bis zu 10 Punkte repräsentieren kann und Arthrodesepatienten diese 10 Punkte stets abgezogen erhalten, da das Gelenk durch den Eingriff versteift wird, wurde auch ein modifizierter Score verwendet, bei dem 10 Punkte abgezogen wurden und die Beweglichkeit nicht in die Beurteilung einging. Im Gegensatz zum 100 Punkte repräsentierenden originalen Kitaoka-Score konnte bei dem von uns modifizierten Kitaoka-Score nur ein Gesamtpunktwert von maximal 90 Punkten erreicht werden. Das Klassifikationsschema des originalen Kitaoka-Scores wurde deshalb ebenfalls

dahingehend modifiziert, dass in jeder OP- Gruppe 10 Punkte abgezogen wurden. Man erreichte also im modifizierten Kitaoka-Score dann ein exzellentes Ergebnis, wenn die Punktezahl 81-90 Punkte betrug, während beim originalen Kitaoka-Score die Punktezahl bei 91-100 Punkten liegt. Wurde nun der modifizierte Kitaoka-Score eingesetzt und sein Resultat zwischen Patienten mit Osteotomie und Arthrodesen verglichen, wurden keine signifikanten Punkteunterschiede zwischen den Operationsverfahren mehr festgestellt. Hier lagen nun die mittleren Punktwerte in der Osteotomiegruppe bei 79 Punkten und in der Arthrodesegruppe bei 78 Punkten. Unser modifizierter Score wurde jedoch von keinem anderen Autor aus der Literatur verwendet. Der Literaturvergleich ist daher nur mit dem originalen Kitaoka-Score möglich.

Schulze et al. (2001) behandelten 22 Füße mittels valgisierender Basisosteotomie des Metatarsale I, wobei postoperativ 72 Punkte im Kitaoka-Score ermittelt wurden. Auch Monteleone et al. (2003) bewerteten die Ergebnisse ihrer 54 Patienten mit Hallux valgus nach Osteotomie gemäß Viladot-Regnauld mittels des Kitaoka-Scores. 12 Füße erreichten ausgezeichnete Ergebnisse (>91 Punkte), 17 Füße erreichten gute Ergebnisse (71-90 Punkte), zwei Füße mittlere Ergebnisse (61-70 Punkte). Kein Score lag unter 60 Punkten und war damit als schlecht einzustufen. In unserer Studie lag der durchschnittlich erreichte Punktwert in der Osteotomiegruppe bei 87 Punkten im Kitaoka-Score. Exzellente Ergebnisse erzielten hier 19 Fälle (>91 Punkte), 13 Fälle erreichten gute Ergebnisse (71-90), 6 Fälle mittlere Ergebnisse (61-70) und 2 Fälle ein ungenügendes Ergebnis (<60).

Fuhrmann (2005) berichtete über 64 Füße von 56 Patienten, die mittels Korrekturarthrodesen des 1. Tarsometatarsalgelenkes operativ versorgt worden waren. Der Score-Wert nach Kitaoka lag postoperativ im Mittel bei 92 Punkten.

Betrachtet man die einzelnen Unterpunkte des Kitaoka-Scores, so zeigt sich bezüglich des Parameters Schmerz kein signifikanter Unterschied zwischen den eigenen Patienten mit Osteotomie- bzw. mit Arthrodesenoperation. Mehr als zwei Drittel der Patienten mit Arthrodesen und fast drei Viertel der osteotomierten Patienten wiesen bei der Nachuntersuchung keinerlei Schmerzen mehr auf. Bezüglich der Schmerzmedikation gab es signifikante Unterschiede zwischen beiden Operationsgruppen. In der Osteotomiegruppe kamen 39 Patienten, also fast alle, ohne Schmerzmittel aus, in der Arthrodesegruppe nur 15 Patienten (drei Viertel). Kein einziger Patient beider Gruppen brauchte hingegen

regelmäßig Schmerzmittel. Diese guten Ergebnisse werden auch von anderen Autoren bestätigt.

Kitaoka und Patzer (1998a) berichteten bei 15 Patienten und 16 Füßen, die mittels proximaler Metatarsalosteotomie und Weichteilrekonstruktion therapiert wurden, von einer deutlichen Verbesserung der Schmerzsymptomatik bei fast allen Patienten. Wetzel (1996) erzielten mittels Osteotomie nach Mitchell an insgesamt 82 Füßen ebenfalls eine deutliche Schmerzreduktion. Präoperativ litten 99% der Patienten unter Schmerzen, postoperativ nur noch 2%. Nach einer Arthrodesse hatten 96% der Patienten von Jardé (2005) keinerlei Schmerzen mehr. Coughlin (2005) berichteten bei ihren 21 mittels Arthrodesse behandelten Hallux valgus-Patienten über eine signifikante Linderung der Schmerzen. Fünf von 18 Patienten der Studie von Coughlin (1999) hatten vor der Osteotomie Schmerzen aufgrund ihres Hallux valgus angegeben. Bei allen diesen Patienten führte die Operation zur kompletten Schmerzfreiheit.

Ein weiterer Punkt, der in den Kitaoka-Score einging, war die körperliche Aktivität der Patienten. In unserer Osteotomiegruppe war sie bei 25% der Patienten zum Nachuntersuchungszeitpunkt (durchschnittlich 23 Monate nach der Operation) noch eingeschränkt, in der Arthrodesegruppe jedoch bei 45%. Allerdings war dieser Unterschied nicht signifikant. Nach Suckel und Wülker (2006) erreichen mittelfristig 80% der Patienten nach einer Arthrodesse eine normale Mobilität im postoperativen Verlauf und 70% können sogar den ehemals betriebenen Sportaktivitäten wieder nachgehen.

Die Schuhtragegewohnheiten der eigenen Patienten unterschieden sich signifikant zwischen beiden Operationsgruppen. In der Osteotomiegruppe konnten 40% der Patienten normale und auch modische Schuhe tragen, in der Arthrodesegruppe nur 15%. Bequeme breite Schuhe benötigten in der Arthrodesegruppe 85%, in der Osteotomiegruppe nur 60%.

Coughlin (2005) berichteten bei ihren insgesamt 16 Patienten nach Arthrodesse, dass 10 Patienten (12 Füße) normale und auch modische Schuhe tragen konnten, sechs Patienten (9 Füße) benötigten Einlagen und kein Patient musste orthopädische Schuhe tragen. In der Studie von Trnka (1999) an 59 Patienten (83 Füße) konnten nach Osteotomie 48 Füße (82%) jegliche Schuhmode tragen, 11 Füße (18%) benötigten

orthopädische Schuhe oder Einlagen. Gerade für Frauen mit dem Wunsch, hohe Absätze zu tragen, stellt die Großzehengrundgelenkarthrodese naturgemäß eine Einschränkung dar (Suckel und Wülker 2006).

In der eigenen Patientengruppe unterschied sich die subjektive Einschätzung des Operationsergebnisses der Patienten nicht signifikant zwischen den Operationsgruppen. In der Osteotomiegruppe waren 82,5% der Patienten sehr zufrieden und zufrieden, in der Arthrodesegruppe 80%. Bedingt zufrieden waren 17,5% bzw. 20% der Patienten. Ähnlich gute Ergebnisse bezüglich der Patientenzufriedenheit finden sich in der Literatur.

In der Studie von Zembsch (1998) war das subjektive Gesamtergebnis bei 82% der 49 Patienten nach basaler Keilosteotomie sehr gut bis gut. 77% der Patienten von Wetzel (1996) nach Osteotomie eines Hallux valgus waren mit dem Operationsergebnis sehr zufrieden oder zufrieden. 14 von 18 Patienten (17 von 21 Füßen) und damit 81% in der Studie von Coughlin (1999) waren mit dem Ergebnis ihrer Osteotomie des Hallux valgus zufrieden. Kitaoka und Patzer (1998a) berichteten bei 10 von 16 Füßen nach einer Osteotomie über zufriedene Patienten und bei den verbleibenden vier Füßen über eine eingeschränkte Zufriedenheit. Alle 54 Patienten von Monteleone et al. (2003) waren mit dem Ergebnis ihrer Osteotomie sowohl in ästhetischer als auch funktioneller Hinsicht zufrieden. In der Studie von Jones (2004) waren von 24 Patienten (35 Füße) 50% sehr zufrieden nach einer Osteotomiebehandlung, 42% waren zufrieden und 18% waren nicht zufrieden. Crévoisier (2001) operierten 71 Patienten (84 Füße) mittels Osteotomie und erzielten bei 39% ein sehr zufriedenstellendes Ergebnis. 50% der Patienten waren zufrieden und 11% waren nicht zufrieden. 70,5% der insgesamt 78 nachuntersuchten Patienten der Studie von Trnka und Hofstätter (2005) waren nach einer modifizierten Lapidusarthrodese mit dem Eingriff zufrieden. Die subjektive Zufriedenheit in der Studie von Coughlin (2005) war in 21 Fällen (80%) ausgezeichnet, bei 20% war sie gut. Auch Jarde (2005) behandelten ihre Patienten mittels Arthrodese, wobei 80% der 50 Patienten sehr zufrieden waren, 16% waren zufrieden und 4% waren unzufrieden. Von den 106 Patienten der Studie von Rink-Brüne (2004), die mittels Lapidusarthrodese behandelt worden waren, berichteten 70 (66%) über gute oder sehr gute subjektive Resultate, 28 Patienten (26%) antworten

nicht. Lediglich acht Patienten (7%) waren definitiv nicht mit dem Ergebnis zufrieden. Acht Patienten (9 Füße) der Studie von Kitaoka und Patzer (1998 a) bezeichneten die Zufriedenheit nach einer Arthrodesse des Hallux valgus als gut in 6 Fällen, als mittelmäßig in 2 Fällen und als schlecht in einem Fall.

Der klinische Gesamteindruck der eigenen Patienten setzte sich aus der Beurteilung des Funktionszustandes, der Schmerzen und des kosmetischen Ergebnisses zusammen. Er lag in der Osteotomiegruppe bei 62,5% sowie bei 70% der Arthrodesegruppe bei sehr gut. Die Ergebnisse waren also ähnlich. Gut war der klinische Gesamteindruck bei 27,5% der Osteotomierten und bei 20% der mittels Arthrodesse behandelten Patienten. Befriedigend war der Gesamteindruck bei 10% der Osteotomierten und der mittels Arthrodesse Behandelten. Die Unterschiede waren nicht signifikant. Der modifizierte Kitaoka-Score, der in der vorliegenden Arbeit verwendet wurde, stimmte mit dem klinischen Gesamteindruck gut überein. Besonders bei sehr hoher Zufriedenheit war die Übereinstimmung hoch. Bei sinkender Zufriedenheit war der Grad der Übereinstimmung nicht mehr ganz so überzeugend.

Von den 60 Füßen der Studie von Trnka (1999) wurden nach Osteotomie 51 Füße als ausgezeichnet beurteilt (85%).

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden bei den eigenen Patienten verschiedene radiologische Parameter ausgewertet. Der Hallux valgus-Winkel unterschied sich präoperativ nicht signifikant zwischen beiden Gruppen. Er reduzierte sich in der Osteotomiegruppe von 35,1 Grad auf 8,5 Grad postoperativ, in der Arthrodesegruppe von 36,5 Grad auf 12,6 Grad postoperativ. Der Unterschied zwischen dem prä- und postoperativen Wert war jeweils signifikant. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt stieg der Winkel jedoch wieder in beiden Gruppen an. In der Osteotomiegruppe stieg er auf 15,9 Grad und in der Arthrodesegruppe auf 15,4 Grad. Zu diesem Zeitpunkt war der Unterschied zwischen den beiden OP-Gruppen nicht signifikant.

Der Intermetatarsalwinkel der eigenen Patienten war präoperativ in der Osteotomiegruppe signifikant höher als in der Arthrodesegruppe. Analoge Ergebnisse fanden sich auch postoperativ. In beiden Operationsgruppen sank der Intermetatarsalwinkel aber signifikant zum postoperativen Zeitpunkt ab.

Der Interphalangealwinkel unterschied sich bei den eigenen Patienten zu keinem Zeitpunkt signifikant zwischen beiden Operationsgruppen. Die Werte fielen in der Osteotomiegruppe nach der Operation signifikant ab. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass in beiden Gruppen die Interphalangealwinkel präoperativ nicht pathologisch gewesen waren.

Die Sesambeinlage unterschied sich ebenfalls bei den eigenen Patienten zu keinem Zeitpunkt zwischen beiden Operationsgruppen.

Der proximale (PASA) und distale (DASA) Artikulationswinkel wurden nur in der Osteotomiegruppe erhoben. Präoperativ lag der PASA bei den eigenen Patienten bei 11,3 Grad, postoperativ war er auf 6,5 Grad gesunken, wobei der Unterschied signifikant war. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt betrug er 6,6 Grad.

Der distale Artikulationswinkel (DASA) lag präoperativ bei 16,9 Grad. Postoperativ halbierte sich der DASA bei den Patienten in der Osteotomiegruppe. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt stieg der DASA in der Osteotomiegruppe wieder geringgradig, aber statistisch signifikant an.

Die Position des Metatarsophalangealgelenkes unterschied sich bei den eigenen Patienten präoperativ nicht signifikant zwischen beiden Gruppen. Postoperativ wiesen die Patienten beider Gruppen physiologische Zustände auf. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt war das Gelenk bei 20% der osteotomierten Patienten inkongruent. Alle Patienten mit Arthrodesen hatten eine fixierte Gelenkposition. Es fand sich jedoch kein statistischer Zusammenhang des modifizierten Kitaoka-Scores mit dem Hallux valgus-Winkel, mit dem Intermetatarsalwinkel, dem Interphalangealwinkel, der Exostose, des PASA oder DASA.

Die deutliche radiologisch nachweisbare Verbesserung durch beide Operationsverfahren wird auch in der Literatur bestätigt.

In der Studie von Fuhrmann (2005), der Korrekturarthrodesen durchführte, konnte der erste Intermetatarsalwinkel im Mittel von präoperativ 20,4 Grad auf 11,2 Grad reduziert werden. Die durchschnittliche Korrektur des Intermetatarsalwinkels betrug in der Studie von Trnka und Hofstätter (2005) nach modifizierter Lapidusarthrodesen im Durchschnitt 8 Grad. Catanzariti (1999) untersuchten 47 modifizierte Lapidusarthrodesen mit einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 6,3 Jahren, wobei die durchschnittliche Korrektur des Intermetatarsalwinkels 11,7 Grad betrug.

Die Korrektur des Intermetatarsalwinkels wurde also auch von anderen Autoren gesehen. Eine mögliche Ursache ist hier die insgesamt verbesserte Ausrichtung des 1. Strahls und damit eine Annäherung der Intermetatarsalknochen 1 und 2. Bednarz und Manoli (2000) veröffentlichten die Ergebnisse von 31 modifizierten Lapidusarthrodesen, wobei sie eine statistisch signifikante Verbesserung des Hallux valgus-Winkels, des Intermetatarsalwinkels und der Sesambeinposition feststellten. Die durchschnittliche Korrektur des Intermetatarsalwinkels der Studie von McInnes und Buche (2001) betrug 8,6 Grad. Kitaoka und Patzer (1998 a) berichteten bei acht Patienten (9 Füße) über eine Verbesserung des Hallux valgus-Winkels auf im Mittel 23 Grad und des Intermetatarsalwinkels um 2 Grad. In der Studie von Coughlin (2005) wurde der präoperative Hallux valgus-Winkel nach Arthrodese signifikant auf im Mittel 20,4 Grad verbessert. Der präoperative Intermetatarsalwinkel wurde ebenfalls von präoperativ 17,3 Grad auf 11,2 Grad postoperativ verbessert. In einer Studie von Schulze (2001) an insgesamt 22 Füßen, die mittels valgisierender Basisosteotomie des Metarsale I therapiert worden waren, betrug der Hallux valgus-Winkel präoperativ durchschnittlich 38 Grad und postoperativ nur noch 12 Grad. Der Intermetatarsalwinkel betrug durchschnittlich präoperativ 15 Grad und postoperativ sieben Grad. Die radiologische Analyse zum Nachuntersuchungszeitpunkt der Studie von Zembsch (1998) ergab bei 49 Patienten (70 Füßen) nach basaler Keilosteotomie einen Hallux valgus-Winkel von im Mittel 19,3 Grad, einen Intermetatarsalwinkel von 6 Grad und eine Verkürzung des Metatarsale I um durchschnittlich 5 mm. Der Hallux valgus-Winkel lag präoperativ in der Studie von Wetzel (1996) bei 32 Grad, unmittelbar postoperativ nach distaler Osteotomie bei 12 Grad und zum Nachuntersuchungszeitpunkt bei 17 Grad. Der Intermetatarsalwinkel betrug präoperativ im Mittel 12 Grad, unmittelbar postoperativ 7 Grad und zum Nachuntersuchungszeitpunkt ebenfalls 7 Grad. Der präoperative Hallux valgus-Winkel verbesserte sich in der Studie von Coughlin (1999) nach Osteotomie von präoperativ 34 Grad auf 12 Grad zum Nachuntersuchungszeitpunkt. Der präoperative Intermetatarsalwinkel betrug 15 Grad und lag zum Follow-up-Zeitpunkt bei nur noch 6 Grad. Trnka (1999) berichteten bei ihren 59 Patienten nach Osteotomie von einer radiologisch nachgewiesenen Verbesserung sowohl des Hallux valgus-Winkels auf im Mittel 19,9 Grad als auch des Intermetatarsalwinkels auf im Mittel 6,7 Grad. Monteleone (2003) behandelten 54 Patienten mittels Osteotomie, wobei die

Röntgenuntersuchungen präoperativ einen Hallux valgus-Winkel von im Mittel 30 Grad erbrachten und einen Intermetatarsalwinkel von 15 Grad. Zum Follow up-Zeitpunkt lag das Ausmaß der Korrektur des Hallux valgus-Winkels bei 15 Grad und des Intermetatarsalwinkels bei 7 Grad. Auch in der Studie von Jones (2004) verbesserten sich beide Winkel nach Osteotomie deutlich. Präoperativ lag der Intermetatarsalwinkel bei 15 Grad und der Hallux valgus-Winkel bei 33 Grad, postoperativ lagen sie bei 9 bzw. 14 Grad.

Bei der Beurteilung der Ergebnisse der eigenen Studie und insbesondere beim Literaturvergleich ist zu berücksichtigen, dass methodische Probleme den Vergleich sehr erschweren. Mehr als 100 Operationen wurden zur Korrektur von Hallux valgus-Fehlstellungen beschrieben (Kitaoka und Patzer 1998b). Robinson und Limbers (2005) beziffern die Zahl der unterschiedlichen Operationsvarianten sogar mit 130. Die Vielzahl der Techniken indiziert, dass keine einzelne Operationsweise perfekt ist und keine von ihnen alle Therapiefälle zufriedenstellend erfassen kann. Jeder Patient muss deshalb individuell betrachtet werden und die genau zu seinem Hallux valgus passende Operation muss durchgeführt werden. Allein die Osteotomien sind eine sehr inhomogene Gruppe mit verschiedensten Verfahren. Das Spektrum reicht von distalen Weichteileingriffen mit Basisosteotomie über die Chevron-Osteotomie, die Osteotomie der Grundphalanx, Resektionsarthroplastiken und andere Operationsweisen (Wülker 2003).

Neben der Basisosteotomie kann eine Z-Osteotomie, eine Wedge-Osteotomie, eine Offset-V-Osteotomie, eine Ludloff-Osteotomie, eine Mau-Osteotomie sowie zahlreiche andere Varianten durchgeführt werden (Martin und Blich 1996).

Ein weiteres Augenmerk sollte auch auf die Art der Osteosynthese nach erfolgter Osteotomie gelegt werden. Auch hier gibt es verschiedene Methoden (Zembsch 1998). Es gibt auch verschiedene Formen der Arthrodesen. Beispielsweise gibt es eine einheitliche modifizierte Lapidusarthrodesen. Jeder Autor beschreibt eine individuelle Modifikation dieses Eingriffes (Trnka und Hofstätter 2005). Auch bei der Arthrodesen werden verschiedene Fixationstechniken beschrieben (Marks 2005).

Bei der Beurteilung des Operationserfolges ist auch die Nachuntersuchungszeit zu berücksichtigen, da es im Verlauf der Jahre regelhaft zu Rezidiven kommt (Jarde 2001, Rochwalder 2002).

Dennoch zeigt sich anhand der eigenen Ergebnisse in Übereinstimmung mit der Literatur, dass sowohl die Osteotomie, als auch die Arthrodesse geeignete Operationsverfahren zur Hallux valgus Korrektur sind. Mit beiden Verfahren kann bei passender Indikationsstellung eine hohe Patientenzufriedenheit erzielt werden. Bei körperlich aktiven Menschen mit einer vorbestehenden Arthrose im Großzehengrundgelenk ist eine Arthrodesse die Methode der Wahl. Findet sich zusätzlich zu einer deutlichen Abweichung im Großzehengrundgelenk eine pathologische Veränderung des Intermetatarsalwinkels, ist zu einer proximalen metatarsalen Osteotomie zu raten. Zwar schneidet die Osteotomie aufgrund der besseren Beweglichkeit naturgemäß etwas besser ab als die Arthrodesse, dennoch sind die Ergebnisse bezüglich Schmerzen, Schuhtragegewohnheiten, Aktivität der Patienten und radiologischer Parameter nach beiden Operationen sehr gut, wenn man die Befunde zum Nachuntersuchungszeitpunkt mit der Ausgangslage der betroffenen Patienten vergleicht.

5. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden 55 Patienten mit einer operativen Korrektur eines Hallux valgus nachuntersucht. Bei fünf dieser Patienten war eine beidseitige Operation durchgeführt worden. Es handelte sich um acht Männer und 47 Frauen. 36 Patienten wurden einer Osteotomie unterzogen, 19 Patienten erhielten eine Arthrodesse. Der Arthrosegrad der Patienten war naturgemäß in der Gruppe, die mit Arthrodesse behandelt wurde, signifikant schwerer als in der Osteotomiegruppe. Das Alter der Patienten betrug im Mittel 58 Jahre (Median 62 Jahre). In der Osteotomiegruppe waren signifikant weniger Männer und mehr Frauen als in der Arthrodessegruppe vorhanden. Allerdings unterschieden sich beide Operationsgruppen weder signifikant bezüglich des Alters bei Operation noch des Körpergewichtes, der Größe oder des Body Mass Indexes. Vergleicht man die Alters- und Geschlechtsverteilung der eigenen Patienten mit jenen aus der Literatur, so zeigen sich weitgehende Übereinstimmungen. Vorwiegend sind Frauen mittleren Alters betroffen. Der Operationserfolg wurde mit dem Punktwert nach Kitaoka beurteilt. Dieser lag zum Nachuntersuchungszeitpunkt in der osteotomierten Gruppe bei 87 Punkten. Die Patienten, die eine Arthrodesse erhalten hatten, wiesen im Mittel 78 Punkte auf. Der Unterschied war signifikant. Da jedoch in den Kitaoka-Score der Bewegungsumfang mit einfließt und bis zu 10 Punkte repräsentieren kann und Arthrodesepatienten diese 10 Punkte stets abgezogen erhalten, da das Gelenk durch den Eingriff versteift wird, wurde auch ein modifizierter Score verwendet, bei dem 10 Punkte abgezogen wurden und die Beweglichkeit nicht in die Beurteilung einging. Dabei wurden keine signifikanten Punkteunterschiede zwischen den Operationsverfahren mehr festgestellt. Hier lagen nun die mittleren Punktwerte in der Osteotomiegruppe bei 79 Punkten und in der Arthrodessegruppe bei 78 Punkten. Im Literaturvergleich sind die eigenen Ergebnisse bezüglich Schmerzen, Schuhtragegewohnheiten, Aktivität der Patienten und radiologischer Parameter nach beiden Operationen sehr gut. Die Patientenzufriedenheit war überwiegend ausgezeichnet bis gut. Die subjektive Einschätzung des Operationsergebnisses der Patienten unterschied sich nicht signifikant zwischen den Operationsgruppen. Der klinische Gesamteindruck war ebenfalls meist sehr gut oder gut. Der modifizierte Kitaoka-Score, der in der vorliegenden Arbeit verwendet wurde, stimmte mit dem klinischen Gesamteindruck gut

überein. Besonders bei sehr hoher Zufriedenheit war die Übereinstimmung hoch. Bei sinkender Zufriedenheit war der Grad der Übereinstimmung nicht mehr ganz so überzeugend. Bezüglich der radiologischen Parameter zeigten beide Operationsverfahren deutliche und signifikante Verbesserungen zum Nachuntersuchungszeitpunkt im Vergleich zum Ausgangszustand.

Es fand sich jedoch kein statischer Zusammenhang des modifizierten Kitaoka-Scores mit dem Hallux valgus-Winkel, mit dem Intermetatarsalwinkel, dem Interphalangealwinkel, der Exostose, des PASA oder DASA. Anhand der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigte sich in Übereinstimmung mit der Literatur, dass sowohl die Osteotomie, als auch die Arthrodesse geeignete Operationsverfahren zur Hallux valgus Korrektur sind. Indikationsabhängig kann mit beiden Verfahren eine hohe Patientenzufriedenheit erzielt werden.

6. Literatur

01. Bednarz PA, Manoli A (2000): Modified lapidus procedure for the treatment of hypermobile hallux valgus. *Foot Ankle Int* 21:816-821
02. Catanzariti AR, Mendicino RW, Lee MS, Gallin MR (1999): The modified Lapidus arthrodesis: a retrospective analysis. *J Foot ankle Surg* 38:322-332
03. Condon F, Kaliszer M, Conhyea D, O'Donnel T, Shaju A (2002): The first intermetatarsal angle in hallux valgus: an analysis of measurement reliability and the error involved. *Foot Ankle Int* 23: 717-721
04. Coughlin MJ, Carlson RE (1999): Treatment of hallux valgus with an increased distal metatarsal articular angle: Evaluation of double and triple first ray osteotomies. *Foot Ankle Int* 20:762-770
05. Coughlin MJ, Grebing BR, Jones CP (2005): Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint for idiopathic hallux valgus: Intermediate results. *Foot Ankle Int* 26:783-792
06. Crevoisier X, Mouhsine E, Ortolano V, Udin B, Dutoit M (2001): The scarf osteotomy for the treatment of hallux valgus deformity: A review of 84 cases. *Foot Ankle Int* 22:970-976
07. Cronin JJ, Limbers JP, Kutty S, Stephens MM (2006): Intermetatarsal angle after first metatarsophalangeal joint arthrodesis for hallux valgus. *Foot Ankle Int* 27:104-109
08. Debrunner HU (1986): Ätiologie und Pathogenese des Hallux valgus. In: Blauth W (Hrsg.): *Hallux valgus*. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo: 37-43
09. Fuhrmann RA (2005): Die Korrekturarthrodese des ersten Tarsometatarsalgelenkes zur Behandlung des fortgeschrittenen Spreizfußes mit Hallux-valgus-Fehlstellung. *Operat Orthop Traumatol* 17:195-210
10. Gerbert J, Sokoloff TH (1981): *Textbook of Bunion Surgery*. Futura Publishing Co, Mt. Kisco, New York
11. Hardy RH, Clapham JCR (1951): Observations on Hallu valgus. *J Bone Joint Surg (Br)* 33: 376-391
12. Jardé O, Chabaille E, Ganry O, Havet E, Vives P (2001): Récidive d'hallux valgus traitée par arthrodèse métatarsophalangienne. A propos de 32 cas. *Rev Chir Orthop* 87:257-262

13. Jardé O, Laya Z, Olory B, Basse G, Alovor G (2005): Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint using convex and concave drills. *Acta Orthop Belg* 71: 76-82
14. Jones S, Al Hussainy HA, Ali F, Betts RP, Flowers MJ (2004): Scarf osteotomy for hallux valgus. A prospective clinical and pedobarographic study. *J Bone Joint Surg* 86-B:830-836
15. Johnston O (1956): Further studies of the inheritance of hand and foot anomalies. *Clin Orthop* 8: 146-160
16. Kato T, Watanabe S (1981): The etiology of hallu valgus in Japan. *Clin Orthop* 157: 78-81
17. Kitaoka HB (1991): Salvage of nonunion following ankle arthrodesis for failed total ankle arthroplasty. *Clin Orthop* 268: 37-43
18. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M (1994): Clinical Rating Systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux and lesser toes. *Foot Ankle Int* 15: 349-353
19. Kitaoka HB, Patzer GL (1998)a: Arthrodesis versus resection arthroplasty for failed hallux valgus operations. *Clin Orthop Rel Res* 347:208-214
20. Kitaoka HB, Patzer GL (1998)b: Salvage treatment of failed hallux valgus operations with proximal first metatarsal osteotomy and distal soft-tissue reconstruction. *Foot Ankle Int* 19:127-131
21. Mann RA, Coughlin MJ (1992): Adult Hallux valgus. In: Mann RA, Coughlin MJ (Eds): *Surgery of the foot and ankle*. Mosby, St. Louis-Baltimore-Boston, 167-296
22. Mann RA, Coughlin MJ (1993): Adult hallux valgus. *Surgery of the Foot and Ankle* Mosby, St. Louis/USA, Year Book, 6th Ed., 167-296
23. Marcinko DE (1994): *Hallux valgus - Morphologie, Klinik, Operative Therapie*. Ullstein Mosby, Berlin
24. Marks RM (2005): Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint. *Instr Course Lect* 54:263-268
25. Martin DE, Blitch EL (1996): Alternatives to the closing base wedge osteotomy. *Clin Podiatr Med Surg* 13:515-531
26. McBride ED (1928): A conservative operation for bunions. *J Bone Joint Surg* 10:735-739

27. McInnes BD, Bouche RT (2001): Critical evaluation of the modified Lapidus procedure. *J Foot Ankle Surg* 40:71-90
28. Miller JW (1974): Distal first metatarsal displacement osteotomy: ist place in the schema of bunion surgery. *J Bone Joint Surg* 56 (A): 923-931
29. Monteleone G, Vigilante M, Mazzotta C (2003): The Viladot-Regnauld operation for hallux valgus. *Int Orthop* 27:36-39
30. Rink-Brüne O (2004): Lapidus arthrodesis for management of hallux valgus - a retrospective review of 106 cases. *J Foot Ankle Surg* 43:290-295
31. Robinson AHN, Limbers JP (2005): Modern concepts in the treatment of hallux valgus. *J Bone Joint Surg* 87-B:1038-45
32. Rochwerger A, de Belenet H, Curvale G, Groulier P (2002): Traitement chirurgical des recidives d'hallux valgus. *Rev Chir Orthop* 88:582-590
33. Root ML, Orien WP, Weed H (1977): Forefoot Deformity caused by abnormal subtalar joint pronation in normal and abnormal function of the foot. *Clinical Biomechanics*, Los Angeles, Vol. 2, 349-462
34. Schneider W, Csepan R, Knahr K (2003): Reproducibility of the radiographic metatarsophalangeal angle in hallux surgery. *J Bone Joint Surg* 85 (A): 494-499
35. Schulze B, Stern T, Schulze W, Dohle J, Hamel J (2001): Klinisch-pedographisch-radiologische Befunde nach valgusisierender Basisosteotomie des Metatarsale 1 – eine prospektive Studie. *Z Orthop* 139:440-446
36. Sim-Fook L, Hodgson AR (1958): A comparison of foot forms among the non-shoe and shoe-wearing Chinese population. *J Bone Joint Surg* 40 (A): 1058-1062
37. Suckel A, Wülker N (2006): Arthrodesis des MTP-I-Gelenks. *Orthopäde* 35:443-449
38. Trnka HJ, Hofstätter S (2005): Die modifizierte Lapidus-Arthrodesis. *Orthopäde* 34:735-741
39. Trnka HJ, Mühlbauer M, Zembsch A, Hungerford M, Ritschl P, Salzer M (1999): Primus varus: 10- to 22-year follow-up. *Foot Ankle Int* 20:171-177
40. Wetzel R, Appel M, Hess G, Schwarzkopf S, Puhl W (1996): Der Sesambein-komplex und die Hallux Valgus-Deformität. Eine retrospektive Analyse von 82 Mitchell-Osteotomien. *Z Orthop* 134:524-532

41. Wülker N (1997): Hallux valgus. Orthopäde 26: 654-664
42. Wülker N (2003): Vorfußdeformitäten. Zentralbl Chir 128:W44-W51
43. Zembsch A, Trnka HJ, Mühlbauer M, Ritschl P, Salzer M (1998): Langzeitergebnisse nach basaler Keilosteotomie beim Metatarsus Primus Varus des jungen Patienten. Z Orthop 136:243-249

Danksagung

Hiermit danke ich allen, die mich bei meiner Arbeit unterstützt haben.

Zuallererst der Leiterin der Abteilung für Orthopädie und Rheumatologie der Phillips Universität Marburg; Frau Prof. Dr. med. Fuchs-Winkelmann und Herrn Prof. Dr. med. Hille; Chefarzt der Abteilung für Orthopädie und Unfallchirurgie des Klinikum Eilbek, Schön Kliniken in Hamburg, welche mir diese Arbeit ermöglicht haben.

Mein besonderer Dank gilt Dr. med. Lampe; Chefarzt der Abteilung Endoprothetik, Klinikum Eilbek, Schön Kliniken in Hamburg für seine fachliche Unterstützung und seine Geduld.

Allen Patienten, die sich bereit gefunden haben, an der Nachuntersuchung teilzunehmen.

Außerdem danke ich Susann und Christina, meiner Familie und Janto.